

Über die Pulsfrequenz des Kindes
während und nach der Geburt

Gertrud Biersack

Aus der Kinder-Poliklinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. med. G. Weber

ÜBER DIE PULSFREQUENZ DES KINDES
WÄHREND UND NACH DER GEBURT

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München



vorgelegt von
Gertrud Biersack
aus Hannover

1958

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Privatdozent Dr. Th. Hellbrügge

Correferent: Professor Dr. G. Weber

Dekan : Professor Dr. K. Kolle

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Juni 1959



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555215_0025

INHALT

Einleitung	1
Literaturübersicht	
Pulsfrequenz des Kindes während der Geburt	2
Pulsfrequenz des Kindes nach der Geburt	9
Eigene Untersuchungen	
Methodik	19
Untersuchungsergebnisse	22
Die Pulsfrequenz des Kindes während der Geburt	22
Die Pulsfrequenz des Kindes an den beiden ersten Lebenstagen	27
Der Pulsanstieg in den ersten Lebenswochen	31
Die mittlere Pulsfrequenz der Kinder zu den verschiedenen Tagesstunden	35
Die Abhängigkeit der Pulsfrequenz vom Geburtsgewicht	39
Besprechung der Ergebnisse	42
Zusammenfassung	48
Literaturverzeichnis	49
Nachwort	55
Lebenslauf	57

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 1	Beobachtungsgut	21 a
Tab. 2	Mittlere Pulsfrequenz der untersuchten Kinder in der Eröffnungs- und Austreibungsperiode und Einzelwerte der Pulsfrequenz in der Zeit vor und nach dem Abnabeln	22 a
Tab. 3	Pulswerte von der 1. bis 48. Lebensstunde	27 a
Tab. 4	Mittlere Pulsfrequenz an den einzelnen Lebenstagen	31 a
Tab. 5	Häufigkeit des Ansteigens und Absinkens der Pulsfrequenz von einem auf den anderen Tag	34
Tab. 6	Mittlere Pulsfrequenz aller Kinder zu den verschiedenen Tageszeiten vom 1. bis 17. Lebenstag	36
Tab. 7	Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden in Prozent um das Tagesmittel	37
Tab. 8	Tagesmittelwerte der Pulsfrequenz; Kinder nach Gewichtsgruppen geordnet	39 a
Tab. 9	Maxima und Minima der Pulsfrequenz für die einzelnen Gewichtsgruppen	40
Abb. 1	Verlauf der mittleren Pulsfrequenz von der Eröffnungsperiode bis nach dem Abnabeln	26
Abb. 2	Verlauf der mittleren Pulsfrequenz von der 1. bis 48. Lebensstunde	29
Abb. 3-10	Pulsfrequenz in Prozent um das Tagesmittel am 2., 4., 6. und 8. Lebenstag, in der 1., 2. und 3. Lebenswoche, sowie für alle 3 Wochen zusammen	Bild 3 32
	Abb. 3 - 6	37 a
	Abb. 7 - 10	37 b

Einleitung

Die Beobachtung des Pulses und der Pulsfrequenz wurde in der Medizin schon sehr früh als diagnostisches Hilfsmittel angewandt. Noch nicht so alt dagegen ist die Erkenntnis, daß man auch beim ungeborenen Kinde die Herzfrequenz feststellen kann. Selbst als diese Möglichkeit 1650 von Legoust entdeckt wurde, dauerte es noch beinahe 200 Jahre, bis Kergaradec die klinische Bedeutung erkannte. Seitdem gehört die Zählung der kindlichen Herztöne zu den wichtigsten Untersuchungsmethoden während der Schwangerschaft.

Besondere Bedeutung kommt der Beobachtung der foetalen Herzfrequenz während des Geburtsverlaufes zu. Aus der Größe und dem Verlauf der Frequenz lassen sich wichtige Rückschlüsse auf das Befinden des Kindes ziehen; dadurch wird ein rasches Eingreifen in den Geburtsverlauf bei Gefahr für das Leben des Kindes möglich.

Aus diesem Grund haben sich zahlreiche Autoren mit den physiologischen Gegebenheiten und den pathologischen Veränderungen des kindlichen Pulses unter der Geburt beschäftigt. Die Durchsicht der Literatur ließ jedoch erkennen, daß die Arbeiten sich vorwiegend mit ganz bestimmten pathologischen Geburtsverhältnissen befaßten. Eigenartigerweise liegen über die kindliche Pulsfrequenz während des gesamten Geburtsverlaufes und der Tage nach der Geburt keine zusammenfassenden Darstellungen an einem größeren Beobachtungsgut vor.

Dies mag damit zusammenhängen, daß den Geburtshelfer in erster Linie die Verhältnisse unter der Geburt interessieren und daß eine weitere Beobachtung der kindlichen Pulsfrequenz in den ersten Lebenstagen für die Geburtshilfe keine Bedeutung mehr hat.

Um einen Überblick über die Pulsfrequenz des Kindes während und nach der Geburt zu gewinnen, sollen im folgenden die in der Literatur niedergelegten Tatsachen über das Verhalten der kindlichen Herzfrequenz unter der Geburt und in der Neugeborenenperiode zusammengestellt und durch

eigene fortlaufende Untersuchungen an Kindern vom Beginn der Geburt bis zum Ende der Neugeborenenperiode ergänzt werden.

Betrachten wir zunächst die in der Literatur niedergelegten Ergebnisse über die Pulsfrequenz des Kindes während und nach der Geburt.

PULSFREQUENZ DES KINDES WÄHREND DER GEBURT

Aus der Höhe und dem Verlauf der kindlichen Pulsfrequenz während der Geburt lassen sich Schlüsse auf das Befinden des Kindes ziehen. Übereinstimmend besteht in der Geburtshilfe die Faustregel, daß beim Ansteigen der Frequenz über 160/min. oder beim Absinken unter 100/min. für das Kind Lebensgefahr besteht, falls diese Erscheinungen über mehrere Wehenpausen anhalten.

Nun bewirken aber die Wehen auch bei normalem Verlauf der Geburt eine Änderung der Frequenz des foetalen Herzens, so daß die Abgrenzung der Größe dieser Frequenzänderung zum Pathologischen ein überaus wichtiges Problem darstellt. Daher gibt es eine Reihe von Publikationen, in denen versucht wurde, die Zusammenhänge zwischen Wehen und kindlichem Puls zu klären.

Eine besonders ausführliche Darstellung über das Verhalten der foetalen Herzfrequenz während der Geburt verdanken wir Seitz. In seiner Monographie findet sich auch eine gute Zusammenstellung der älteren Literatur zu diesem Thema. Die dort niedergelegten wichtigsten Befunde sollen hier kurz berücksichtigt werden. Sie betreffen in erster Linie das Verhältnis zwischen Wehen und kindlichen Herztönen.

Ritgen meinte, der Foetalspuls nehme in der Wehe an Deutlichkeit ab, an Schnelligkeit zu, wobei sich gegen Ende der Geburt die Schnelligkeit steigern solle. Hohl gab die Schwächung der Vernehmbarkeit durch eine kräftige Wehe zu, doch leugnete er einen unmittelbaren Einfluß der Uteruskontraktionen auf die kindliche Herzfrequenz. Später sagte er dann noch, daß nach dem Blasensprung während anhaltender Wehen der Puls härter,

deutlicher und langsamer werde. Eine Verlangsamung sah er für pathologisch an. Nägele bemerkte, daß ein Schwächer- oder Unhörbarwerden der Herztöne nur eine Folge der Verdeckung der Töne durch Muskelgeräusche der Bauch- und Uteruswandungen sei und er behauptete, daß bei normaler Geburt der Herzschlag der Frucht weder in der Stärke noch im Rhythmus merkliche Veränderungen zeige.

Stolz stellte während der Wehe eine vorübergehende Verlangsamung der Herztöne fest. Gewöhnlich kehrten dieselben in der Wehenpause zur früheren Frequenz zurück.

Depaul beobachtete, daß zu Beginn der Wehe eine kurzdauernde Beschleunigung der Foetalpulse stattfand, und dann, wenn die Wehe sich ihrem Höhepunkt näherte, eine Verlangsamung, die in der Regel aber niemals unter 100/min. herabging. Mit Schwinden der Spannung des Uterus erfolgte eine Frequenzsteigerung der Herztöne und einige Sekunden nach der Kontraktion trat die frühere Frequenz, welche noch für einen kurzen Augenblick gesteigert war, wieder ein. Die Verlangsamung war vor dem Blasensprung nur zuweilen, in der Austreibungsperiode fast regelmäßig. Die Veränderungen waren im allgemeinen proportional der Intensität der Kontraktionen.

Cazeaux beschrieb, daß erst bei energischen Kontraktionen nach Abfluß des Fruchtwassers die Herzschläge langsamer, schwächer und weniger regelmäßig würden, doch sei das wohl nur durch Schwierigkeiten der Auskultation verursacht.

Kiwisch sah durch starke Kompressionen des Uterus ein vorübergehendes Verschwinden der Herztöne in der zweiten Geburtsperiode.

Schwartz fand in vielen Fällen keine Veränderung des foetalen Pulses während der Wehen, insbesondere während der Eröffnungsperiode. Häufiger beobachtete er Verlangsamungen in der zweiten Geburtsperiode, die im Verhältnis zur Energie der Uteruskontraktionen und zu dem Grade der Entleerung der Gebärmutter standen. Die Verlangsamung betrug 1-5 Schläge in 5 Sekunden, stieg mit der Wehe, ging auf deren Höhe in vorübergehenden Stillstand über, und im Stadium decrementi erfolgte eine zunehmende Beschleunigung. In der Pause bestand der normale Rhythmus.

Frankenhäuser stellte eine Beschleunigung des Pulses vor jeder Wehe und eine steigende Verlangsamung bei der Kontraktion fest. Die Verlangsamung führte er auf Hirndruck zurück.

V. Hüter studierte bei 200 Geburten das Verhalten der kindlichen Herztöne genauer und kam dabei zu folgendem Ergebnis: In 19 % der Fälle war auskultatorisch keine Verlangsamung der Herzfrequenz nachzuweisen. In 81 % war Verlangsamung zu erkennen; davon war in 69 Fällen = 34,5 % der Geburten dieselbe schon bei den Wehen der Eröffnungsperiode zu beobachten. In 39 Fällen = 56,5 % kehrte der Puls in der Wehenpause wieder zur früheren Frequenz zurück, in 30 Fällen = 43,5 % dagegen sank gegen Ende der Geburt die Frequenz auch in den Pausen mehr und mehr. Bei den anderen 93 Fällen = 45,6 % trat erst in der Austreibungsperiode die Verlangsamung ein. Davon kehrte wieder bei 64 Fällen = 68,8 % die Normalfrequenz in den Pausen zurück, in 29 Fällen = 31,2 % blieb die Frequenz auch in den Wehenpausen verlangsamt.

B. S. Schultze beschrieb die Verlangsamung der foetalen Herztöne während der Wehe als "eine unbestreitbare Tatsache".

W. Hoerning stimmte im allgemeinen mit der Ansicht Frankenhäusers überein, sah jedoch die Erklärung für die Verlangsamung des Pulses während der Wehe in einer Steigerung der Gaswechselverhältnisse. In einigen Fällen konnte er aber auch eine Beschleunigung des Pulses während der Wehe beobachten.

Kehrer kam zu dem Ergebnis, "daß in den aufeinanderfolgenden Wehen, selbst der vorgerückten Austreibungsperiode, die Verlangsamung bald deutlich eintritt, bald ganz ausbleibt".

"Dauzats fand in 7 Fällen in den Wehenpausen und vor dem Blasensprung keine Veränderungen in der Frequenz der foetalen Herztöne, dagegen in 5 Fällen eine Beschleunigung. Bei längerer Auskultation fand er die Frequenz ungefähr konstant (10 Fälle), während sie in 6 Fällen innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankte. Nach dem Blasensprung waren die Herztöne variabler, unter 24 Fällen 9 mal im Fallen, 5 mal variabel, 3 mal im Steigen, 2 mal zeigte sich eine ziemlich beträchtliche Steigerung nach einer Verminderung. Dauzats hatte ferner in 27 Fällen die Auskultation in der Wehenpause vorgenommen, während der Kopf in die äußeren Genitalien einschnitt und fand dabei 10 mal eine ziemlich starke Verlangsamung (1 mal sogar bis 36/min.), 5 mal waren die Herztöne 130-136/min. und 12 mal ließ sich eine Frequenzerhöhung feststellen."

Ziegenspeck kam zu folgenden Resultaten: "Im Beginne der Geburt, wenn der Kopf noch steht und die Eröffnung noch nicht weit fortgeschritten ist, fand eine Erhöhung der Frequenz der kindlichen Herztöne statt, welche sinkt, bis der Kopf in der Beckenmitte steht und dann steigt, um womöglich noch einmal zu sinken, wenn der Kopf in der Beckeneiße und den äußeren Geschlechtsteilen steht; der Blasensprung schien mir dabei nicht von besonderem Einfluß zu sein." Als Mittelwert für die Eröffnungsperiode fand er 139,46/min., für die Austreibungsperiode 137,27/min. Zwar sind die Beobachtungen Ziegenspecks mit größter Sorgfalt durchgeführt worden, doch waren es nur 7 Fälle während beider Geburtsperioden. Während der Wehe beobachtete er sogar nur 3 Frauen.

Seitz vermutete als Grund für die unterschiedlichen Angaben der Autoren, die sich zwischen den zwei Extremen Verlangsamung und Beschleunigung der Herztöne bewegen, die viel zu geringe Zahl der Beobachtungen und die zu kurze Beobachtungsdauer.

Die Ergebnisse seiner Arbeit wurden in 2 1/2 Jahren geburtshilflicher Tätigkeit gewonnen. Er selbst schätzte die Zahl seiner Beobachtungen auf 2000.

Seine wesentlichen Untersuchungsergebnisse lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen: In der Eröffnungsperiode, solange die Blase noch steht und der allgemeine Inhaltsdruck ziemlich gleichmäßig verteilt ist, treten keine wesentlichen Veränderungen der Herzfrequenz auf. In der Austreibungsperiode dagegen ist "die Verlangsamung die Regel, das Konstantbleiben die Ausnahme. Die Verlangsamung der Herztöne in der Austreibungsperiode zeichnet sich vor der der Eröffnungsperiode besonders noch dadurch aus, daß die Verlangsamung erstens eine stärkere ist, bis zu 9-5 Schlägen in 5 Sekunden, und zweitens, daß sie sich über eine längere Zeit erstreckt. Im Anfang und in der Mitte der zweiten Geburtsperiode hört die Verlangsamung in der Regel mit dem Sistieren der Wehe ebenfalls auf, freilich kann sie sich in nicht allzu seltenen Fällen auch noch weit in die Wehenpause hinein erstrecken oder diese eventuell ganz ausfüllen; bei den letzten Austreibungswehen ist die Verlangsamung stets recht erheblich bis auf 9-4 Herzschläge in 5 Sekunden, je nach der Intensität der Wehen und erstreckt sich regelmäßig bis in die Wehenpause hinein".

Aus diesen Resultaten folgte Seitz, "daß mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit die Herztöne vom Anfang der Geburt bis zu deren Beendigung eine zunehmende Alteration im Sinne einer Verlangsamung während der

Wehe erfahren und daß sie beim Durchschneiden des Kopfes so gut wie jedesmal stark verlangsamt sind".

Als Ursachen für die Verminderung der kindlichen Herzfrequenz unter der Geburt diskutierte Seitz Reizwirkungen auf das Vaguszentrum. Hierzu wurde er veranlaßt durch verschiedene tierexperimentelle Untersuchungen, nach denen dieses Zentrum durch folgende Einflüsse direkt erregt wird:

- "1. durch plötzliche Anämie der Medulla oblongata, wie sie z. B. durch Unterbindung beider Carotiden und beider Subclaviae zustande kommt;
2. durch vermehrte Venosität des Blutes infolge Absperrung der Atemluft, durch Einblasen von CO₂-reichem Luftgemisch in die Lungen. In der nämlichen Weise wirkt auch die plötzliche lokale, venöse Hyperämie des Gehirns, wie sie durch Unterbindung der von dem Kopfe herkommenden Venen erzeugt wird. "

Seitz folgerte also: "Es bleiben also noch zwei Ursachen: Anämisierung des Gehirns und vermehrte Venosität des Blutes. Die erstere tritt im allgemeinen bei erhöhtem Hirndruck, die letztere bei Behinderung des regelmäßigen Gasaustausches durch Lungen- oder Placentaratumung am ausgeprägtesten auf. "

Zum erhöhten Hirndruck sagte Seitz folgendes: "Allgemeingültig ausgedrückt stellen sich dann Hirndrucksymptome ein, wenn der Druck des liquor cerebrospinalis gleich dem Druck in den arteriellen Gefäßen des Gehirns ist, also dem Carotisdruck annähernd gleich ist. Diese wichtigen Befunde von Naunyn und seinen Mitarbeitern wurden fast von allen späteren Autoren bestätigt. "

Aus zahlreichen Beobachtungen bei Zangengeburt und Geburten, wo erhöhter intracranieller Druck herrschte, kam aber Seitz zu dem Ergebnis, daß erhöhter äußerer Druck sich infolge des anatomischen Baues des Schädels nur in abgeschwächter Stärke nach innen fortpflanzt und daß die foetale Gehirnssubstanz gegen Druckerhöhungen weniger empfindlich sei. Er meinte also: "Es wird daher nicht angängig sein, die Herzschlagverlangsamung während der Wehe auf erhöhten intracraniellen Druck zurückzuführen. "

So blieb nur noch die Theorie von der Kohlensäureintoxikation übrig, die von B. S. Schultze aufgestellt worden war. Dieser Theorie wird bis heute eine wesentliche Bedeutung beigemessen, weshalb auf sie etwas näher eingegangen werden soll.

Das Vaguszentrum reagiert prompt auf Kohlensäureanhäufungen, wovon

man sich durch Verschließen der Atemwege des Neugeborenen für einen Augenblick leicht überzeugen kann. Eine Anhäufung von Kohlensäure im foetalen Organismus kommt durch die Kontraktion des Uterus bei der Wehe zustande, da dadurch die Blutversorgung gedrosselt wird. Normalerweise wird eine schädliche Absperrung der Blutversorgung durch kompensatorische Blutdrucksteigerung verhindert, wie Seitz aus den Angaben zahlreicher Autoren nachwies. Außerdem wirkt einer exzessiven Verengung der uterinen Gefäße nach Seitz das merkwürdige Verhalten der Placentarstelle entgegen, die sich nicht in gleicher Weise kontrahiert wie die übrige Uterusmuskulatur. Ferner ist von Bedeutung, daß im tätigen Muskel stets die Blutgefäße erweitert sind. So wird normalerweise der Foet mit genügend Sauerstoff versorgt und es tritt nur eine geringfügige Behinderung des Gasaustausches auf, die sich allerdings auf das Vaguszentrum auswirken kann. In der Austreibungsperiode kommt als zirkulationserschwerendes Moment noch der Fruchtwirbelsäulendruck zur Geltung, auch wenn genügend Fruchtwasser zurückgeblieben ist.

Seitz kam zu folgendem Schluß: "Die Herzschlagverlangsamung während der Wehe wird durch ungenügenden Gasaustausch bewirkt." Durch eigene Untersuchungen und aus der Literatur erbrachte er noch den Beweis, daß das foetale Atemzentrum weniger erregbar ist als das Atemzentrum des Erwachsenen, denn sonst müßte ja auch dieses durch die CO_2 -Anhäufung im Blute erregt werden und es käme zu vorzeitigen Atembewegungen.

Außer dieser so ausführlichen Arbeit von Seitz sind die Angaben über die foetale Herzfrequenz unter der Geburt recht spärlich.

Von Schoenbeck erwähnte in seiner Dissertation, daß in der Mehrzahl der von ihm untersuchten Fälle - genaue Zahlen sind nicht angegeben - in der Wehenpause und beim Durchschneiden des Kopfes die Frequenz der kindlichen Herztöne unter der Norm lag (etwa 110-120/min.).

Pütz und Ullrich beobachteten bei ihren elektrokardiographischen Untersuchungen mit abdominellen Ableitungen an 16 Schwangeren, daß sich unter Weheneinfluß das Verhältnis von Diastole zu Systole des foetalen Herzschlages erhöhte und zwar um so mehr, je stärker die Wehe war. Ohne daß sich eine allgemeine Gesetzmäßigkeit erkennen ließ, schwankte die Frequenz zwischen 122 und 142/min. Bei ganz leichten Wehen war kein Einfluß auf das Verhältnis von Diastole zu Systole festzustellen.

Auch Eschbach wies in seiner Arbeit auf die sehr unterschiedlichen Anga-

ben in der älteren Literatur hin, die zwischen unbeeinflusster, absinkender und ansteigender Frequenz der foetalen Herztöne während der Wehen schwankten. Von ihm erwähnte neuere Arbeiten ergaben eine physiologisch bedingte Bradycardie während der Wehe, die in manchen Fällen erst nach einer initialen Tachycardie einsetzte. Eschbach selbst untersuchte 100 Schwangere in der 36. bis 40. Schwangerschaftswoche durch die Dauerauscultation über 15 Minuten, wobei jeweils alle 15 Sekunden die Zählung um 15 Sekunden unterbrochen wurde. Die von ihm ermittelte Durchschnittsfrequenz lag bei 144/min. Er fand folgende verschiedene charakteristische Verhaltensweisen:

- "1. Die Herzfrequenz ist in der Wehe und Wehenpause unbeeinflusst.
2. Die Herzfrequenz steigt während der Wehe kontinuierlich an und fällt bis zur Mitte der nächsten Wehenpause wieder ab bis zum Mittelwert.
3. Die Herzfrequenz sinkt in der Wehe kontinuierlich ab und steigt bis zur Mitte der nächsten Wehenpause wieder bis zum Mittelwert an.
4. Die Herzfrequenz steigt unter der Wehe zunächst an und sinkt in der gleichen Wehe noch ab.
5. Die Herzfrequenz sinkt unter der Wehe zunächst ab und steigt noch in der gleichen Wehe wieder an."

Er faßte seine Ergebnisse wie folgt zusammen: "Die mechanischen Wirkungen der Geburt können die Herzfrequenz weitgehend unbeeinflusst lassen. Tritt eine Beeinflussung auf, so ist sie in zwei Richtungen möglich: entweder steigt die Frequenz an oder sie sinkt ab; die anderen beschriebenen Möglichkeiten sind nur Varianten bei unterschiedlicher zeitlicher Einwirkung desselben Wirkungskomplexes." Eschbach versuchte diese Veränderungen auf einen vagosympathicotonen Effekt zurückzuführen. Ausreichende Erklärungs-möglichkeiten hierfür seien noch nicht vorhanden.

Wohl aus den vorstehenden Veröffentlichungen über das Verhalten der kindlichen Pulsfrequenz während der Geburt resultieren die folgenden in den geburtshilflichen Lehrbüchern von Stoeckel und Martius niedergelegten Zusammenstellungen.

Stoeckel weist auf den Zusammenhang zwischen Stärke der Wehe und Absinken der Herzfrequenz des Kindes hin: je kräftiger die Wehe ist, desto größer ist dieses Absinken. Als Ursache hierfür gibt er nach der Theorie von Schultze die Kompression der die Placenta mit Blut versorgenden Arterien an. Einen Abfall der Frequenz unter 100/min. sieht er als für das Kind gefährlich an, wohingegen er einen Anstieg über 160/min. im allgemeinen

für ungefährlich hält.

Auch Martius spricht von einer foetalen Bradycardie während der Wehe, die sich im Verlaufe der Geburt immer stärker ausprägt. Die geringste Herzfrequenz tritt während der Austreibungsperiode auf (100-80/min.). Als gefährlich gilt, wenn die Frequenz längere Zeit unter 100/min. oder über 160/min. bleibt. Besonderen diagnostischen Wert schreibt Martius den Unregelmäßigkeiten des Herzschlages zu. Als Ursache für die Verlangsamung führt er den Gaußschen Eintrittseffekt an; je plötzlicher die Schnürung des kindlichen Kopfes erfolgt, desto größer ist der Abfall der Frequenz.

Überblickt man die vorstehenden Veröffentlichungen im Zusammenhang, dann lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

Über das Verhalten der kindlichen Pulsfrequenz unter der Geburt liegen recht unterschiedliche Ansichten vor. Die Angaben bewegen sich zwischen den beiden Extremen der Verlangsamung und der Beschleunigung der foetalen Herzfrequenz während der Wehen. Dabei wurde bei manchen Autoren kein Unterschied zwischen Eröffnungs- und Austreibungsperiode gemacht. Die Mehrzahl der Autoren gab jedoch an, daß die Veränderungen in der Austreibungsperiode deutlicher würden. Das Beobachtungsgut dieser Untersucher war zum größten Teil sehr klein. So kamen z.B. für die preisgekrönte Arbeit von Ziegenspeck nur sieben Kinder zur Beobachtung. Außerdem wurde nur in wenigen Fällen über einen längeren Zeitraum die Herzfrequenz registriert, wie wir aus der Arbeit von Seitz entnehmen konnten. Die einzigen Untersuchungen während der gesamten Geburtsperioden dürften wohl die von Seitz sein, der allerdings häufig auch pathologische Fälle mit berücksichtigte.

PULSFREQUENZ DES KINDES NACH DER GEBURT

Die Herztätigkeit des Neugeborenen ist nach den Angaben verschiedener Autoren großen Schwankungen unterworfen. Nach Seitz ist der Herzschlag noch am regelmäßigsten während des Schlafes, obwohl auch in diesem Zustand gelegentlich kleine Unregelmäßigkeiten vorkommen sollen, für deren Entstehung man noch keine Ursache finden konnte. Beeinflußt wird der

Herzschlag durch die Anzahl und Tiefe der Atemzüge, durch geringste Bewegungen, durch Schwankungen der Außentemperatur und durch leichteste sensible Reize. Einen besonders starken Einfluß soll das Schreien haben, das stets eine erhebliche Frequenzsteigerung bewirkt.

So gibt diese Labilität des Pulses beim Neugeborenen lange nicht einen so zuverlässigen Maßstab für bestimmte klinische Fragen, wie das beim Erwachsenen der Fall ist. Und das ist vielleicht auch der Grund, weshalb wirklich exakte Angaben über die Pulsfrequenz des Neugeborenen sehr spärlich sind. Besonders unterschiedlich sind die Angaben der Autoren über die Pulsfrequenz des Kindes unmittelbar nach der Geburt.

John und Schick fanden bei ihren Untersuchungen über die Pulszahlen des Foetus, des Säuglings und des Kleinkindes durch Bestimmung des "Sitzhöhenpulses", d. h. Zählung des Pulses über eine Zeit von so vielen Sekunden, als die Sitzhöhe cm beträgt, einen durchschnittlichen Sitzhöhenpuls von 100/min. Diese Zahl wurde von den Neugeborenen wesentlich unterschritten. Auffallend war das Absinken des Minutenpulses mit dem Moment der Geburt. Während vor der Geburt beim Foetus Werte von 120-140/min., im Durchschnitt 134/min., festgestellt wurden, betrugen die Durchschnittswerte am ersten Tag nur 118/min. Nach ca. 3-5 Tagen wurden aber die gleichen Werte wie vor der Geburt wieder erreicht. Als Ursache hierfür diskutierten John und Schick die Untertemperaturen des Neugeborenen durch Absinken des Stoffwechsels und den Hungerzustand.

Auch Smith vermerkte in seiner Monographie über die Physiologie des Neugeborenen, daß der Puls nach der Geburt abfällt und zwar nach seiner Ansicht auf Werte von 125-130/min. Dabei stellte er ausdrücklich fest, daß beim Einzelkind die gemessenen Werte sehr verschieden sein können und daß auch Werte von nur 90 oder 180/min. für kürzere Zeit als normal anzusehen sind.

Feldmann und Balard beobachteten ein Abfallen der Pulsfrequenz um 50/min. in der Zeit von der Geburt bis zu einer Stunde nach der Geburt. Im Einzelfall fanden sie unmittelbar nach der Entbindung Pulswerte von nur 95, ja 70/min. Die Pulsverlangsamung ging parallel einem Absinken der Körpertemperatur. Wenn diese am zweiten Lebenstag anstieg, war auch ein Anstieg der Pulsfrequenz zu beobachten. Damit stimmten überein die Beobachtungen von Benedict und Talbot über den Stoffwechsel der Neugeborenen. An den einzelnen Lebenstagen beobachteten diese Autoren

folgende in der Tabelle festgehaltenen Werte für die Pulsfrequenz:

Lebenstag	1	2	3	4	5	6
Maxim. Pulsfr.	129	138	144	132	134	138
Minim. Pulsfr.	96	88	82	98	96	106
Durchschnitt	112	114	116	116	116	122

Smith vermerkte aber zu diesen Zusammenhängen über Stoffwechsel und Pulsfrequenz, daß, wenn auch im intrauterinen Leben eine geringe Wärmeproduktion notwendig sei, dieselbe beim Übergang zum extrauterinen Leben noch geringer werde, und also der Abfall der Pulsfrequenz eine andere Erklärung finden müsse. Er sah es als wahrscheinlich an, daß die Kreislaufveränderungen diese Änderung bewirken.

Lesné-Binet gab an, daß die Pulsfrequenz bei Neugeborenen etwa 150/min. sei, dann bis zu 100/min. abfalle und am zweiten Tag wieder ansteige.

Besonders interessant sind hier auch neuere Arbeiten über elektrocardiographische Untersuchungen an Neugeborenen.

Zitka und Tapez untersuchten Kinder durch fortlaufende EKG-Schreibung gleich nach der Geburt, noch vor ihrem ersten Atemzug und bei erhaltenem placentarem Kreislauf, ferner nach dem ersten Schrei und nach dem Abklemmen der Nabelschnur bis zum Einsetzen der normalen Atmung auf die Pulsfrequenz und die Kreislaufverhältnisse. Die Auswertung erwies sich als außerordentlich schwierig, denn ein Großteil der EKG-Bilder zeigte Artefakte. Aus 20 Befunden ergab sich dreimal ein Anstieg der Herzfrequenz nach dem Atembeginn. Ferner ließ sich eine geringe Sinusarrhythmie fast aller Neugeborenen feststellen, die zweimal nach dem ersten Schrei deutlicher wurde. Im EKG war keine ausgesprochene Veränderung nachweisbar, die für eine Störung der Herztätigkeit durch die Kreislaufveränderungen sprechen würde.

Vianello beobachtete 50 gesunde Neugeborene. Bei 20 Kindern wurde in der ersten Lebensstunde ein EKG angefertigt sobald die Kinder abgenabelt und die Vernix caseosa entfernt war. Bei den übrigen 30 Kindern wurden die EKGs in den ersten 12-24 Stunden geschrieben. Bis zum achten Tag wurde alle 24-48 Stunden ein Kontroll-EKG aufgenommen. Die Kinder, die in ein Säuglingsheim kamen, wurden bis zum 25. - 30. Tag im selben Rhythmus, die anderen Kinder wöchentlich einmal weiter beobachtet.

Auf diese Weise fand sich bei der Geburt eine Frequenz von 110-120/min. Nach 7 Tagen war sie angestiegen auf 130-150/min.

Mit besonderer Sorgfalt führte Nadrai seine Untersuchungen durch. Er beobachtete die Kinder nur bei völliger Ruhe. Insgesamt schrieb er 950 EKGs bei 450 Kindern. Er fand übereinstimmend mit Hecht, Smith, Ballard u. a. in den ersten Tagen nach der Geburt die niedrigsten Pulswerte. Für den ersten Tag gab er einen Durchschnitt von 125/min. an, für den vierten Tag 136/min. und für die zweite Woche 140/min. Die Pulsfrequenz stieg also langsam an; das Maximum von 139/min. fand er in der zweiten Lebenswoche.

Hecht beobachtete bei seinen 26 Neugeborenen eine durchschnittliche Herzfrequenz von 120/min. Bei Frühgeborenen und Säuglingen waren die Pulswerte höher, nämlich 144-146/min.

Von Schoenbeck befaßte sich in seiner Dissertation mit der Pulsfrequenz der Neugeborenen in der ersten Lebenswoche. Er führte seine Zählungen mit dem Holzstethoskop durch, wobei er jedesmal die Kinder teilweise entkleidete. Er schrieb selbst, daß dadurch die Kinder häufig erwachten oder doch in der Tiefe des Schlafes gestört wurden. Um möglichst gleichmäßige Bedingungen zu haben, legte er seinen Beobachtungen nur die Ergebnisse zugrunde, die in tiefem Schlaf und nach reichlicher Nahrungsaufnahme gewonnen worden waren. Aus ca. 200 Beobachtungen ermittelte er, daß zwischen den Pulskurven der einzelnen Tage in der ersten Lebenswoche kein Unterschied bestand und daß die Differenz zwischen Morgen- und Abendpuls am selben Tag an keine bestimmte Regel gebunden war.

In einer Reihe von Fällen beobachtete er die Pulsfrequenz in den ersten 3 Stunden nach der Geburt alle 10 Minuten. Analog dem Absinken der Temperatur um 3-4 Grad wäre ein Sinken der Pulsfrequenz zu erwarten. Doch unterschieden sich diese Pulskurven in keiner Weise von den Kurven der folgenden Tage. Seine Beobachtungen stehen damit im Widerspruch zu den Angaben zahlreicher Autoren. Budin und Chaignot sagten z.B., daß die Pulsfrequenz in den ersten 24 Stunden nach der Geburt eine an keine bestimmte Regel gebundene Abnahme erfahre.

Einige Male gelang es von Schoenbeck, die Pulsfrequenz vor dem ersten Schrei festzustellen. Sie lag etwas unter 140/min., im Durchschnitt bei 120/min. Mit dem ersten Schrei zeigte sich ein plötzlicher Anstieg der Frequenz zu einer bedeutenden Höhe, und erst nach dem Ruhigwerden war wieder ein langsamer Abfall bemerkbar.

Die niedrigsten Werte, die Schoenbeck fand, waren 72/min., die höchsten 240/min.

Zusammenfassend stellte er fest, daß die Pulsfrequenz des Neugeborenen äußerst labil sei; schon die leichtesten Reize führten zu hochgradigen Erhöhungen der Herzaktion. Urin- und Stuhlentleerung, Nahrungsaufnahme, Lageveränderungen, Körperbewegungen und Schreien waren von einer erheblichen Steigerung der Pulsfrequenz begleitet. Irgend ein typisches Verhalten der Pulsfrequenz für die ersten Stunden nach der Geburt konnte er nicht beobachten.

Bei Kirchhoff finden sich folgende Angaben: "Das Neugeborene hat eine durchschnittliche Herzfrequenz von 130-150/min., schon in den ersten Lebenstagen wird diese geringer, gegen Ende des ersten Lebensjahres wird eine Durchschnittsfrequenz von 120/min. erreicht."

Brock schrieb den Neugeborenen eine Pulsfrequenz von 130-140/min. zu. Er wies besonders darauf hin, daß Größe und Alter des Kindes von entscheidender Bedeutung für die Pulsfrequenz seien. Für Kinder unter einem halben Jahr gab er eine Durchschnittsfrequenz von 129/min. an.

Nun sollen noch einige Tabellen aufgeführt werden, wie sie sich bei einigen Autoren als zusammenfassende Darstellung der älteren Literatur fanden.

Vierordt bietet in seinen "Anatomischen, physiologischen und physikalischen Daten und Tabellen" folgende Zusammenstellung der Angaben verschiedener Autoren.

Autor:	Lebensalter der Kinder:	Frequ. /min.:
Lediberder	1. Minute	83, 3
Lediberder	nach 3 Minuten	160
Smith	1. Stunde	136
Jacquemier	1. Tag	126, 5 (97-156)
Gorham	1. Tag	123
Mignot	4. - 7. Tag	125
Gorham	1. Woche	128
Elsässer	1. Woche	123

Eine weitere Zusammenstellung findet sich bei Katzenberger, der die Angaben folgender Autoren in einer Tabelle zusammenstellte:

Autor:	Alter der Kinder:	Frequ. /min.:
Smith	unmittelb. vor dem Abnabeln	83
Smith	einige Min. nach dem Abnabeln	150-250
Smith	in den ersten 24 Stunden	130-150
Lediberder	in der ersten Minute	72-94
Lediberder	in der vierten Minute	140-208
Pfaundler	1. Tag	140
Bouchut	1. Tag	72-94 / 140-208
Seitz	1. Tag	150-190/ 100
Steffen	1. Tag	♂ 118 / ♀ 110
Pfaundler	8. Tag	140
Filatow	8. Tag	120-140
Trousseau	8. Tag	130
Gorham	8. Tag	128

Der Vollständigkeit halber soll noch eine Tabelle aus dem Lehrbuch von Baginsky aufgeführt werden.

Autor:	Frequenz/min.
Floyer	134
Müller	130-140
Sömmering	130
Haller	140
Nägele	134
Roger	65-132
Billard	80-180
Trousseau	96-164
Jacquemier	96-156
Lediberder	140-208

Einige Autoren behaupteten, daß auch das Geschlecht der Kinder die Pulsfrequenz beeinflussen könne. Im Gegensatz zu Frankenhäuser, der während der Foetalzeit eine unterschiedliche Frequenz bei Knaben und Mädchen zu beobachten glaubte, stellte Bernstein fest, daß das Herz des männlichen Foeten nicht schneller schlägt als das des weiblichen.

Trousseau gab ab dem 3. Lebensmonat eine verschiedene Frequenz bei Knaben und Mädchen an, während andere Autoren, wie Gerhardt, Guy, Vierordt und Seitz erst in späteren Lebensjahren Frequenzunterschiede erkennen konnten.

Wie Brock, so wiesen auch Gundobin und Tigerstedt auf den Einfluß der Körperlänge auf die Pulsfrequenz hin.

In den Lehrbüchern der Pädiatrie und Geburtshilfe finden sich folgende Angaben:

In Pfaunder-Schlossmann's Handbuch gibt Stolte für die ersten Lebenstage für das Kind eine Pulsfrequenz von 120/min. an.

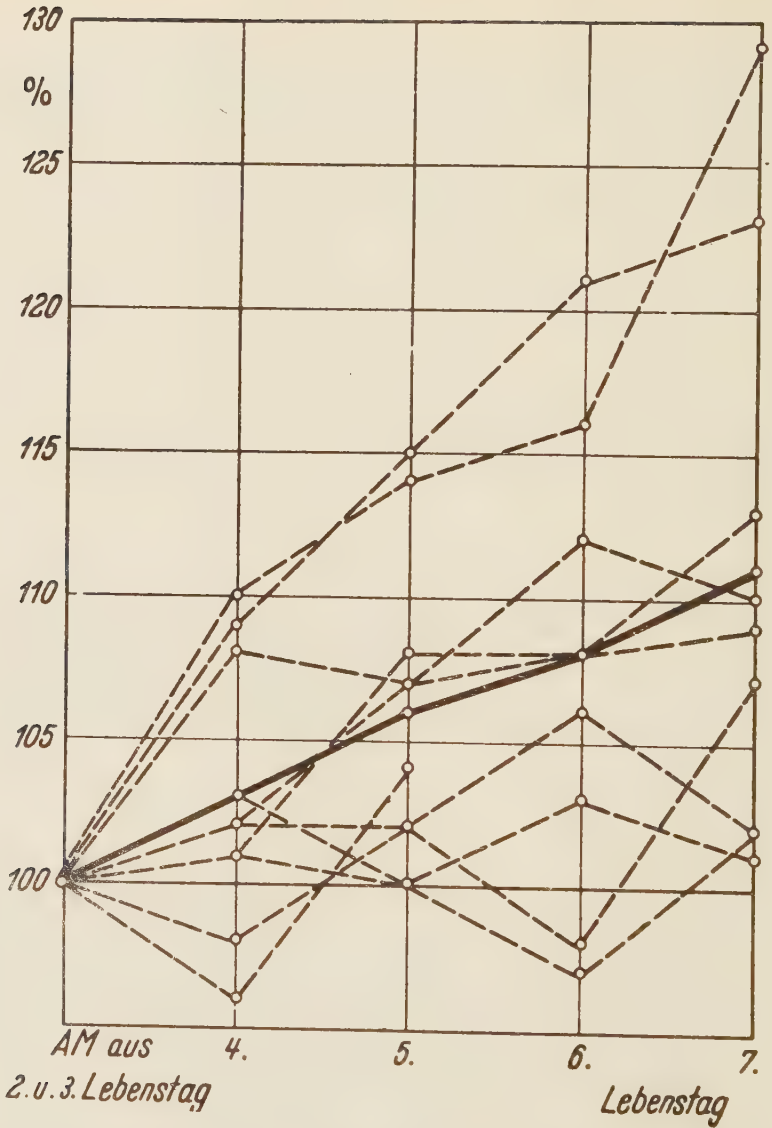
Stoeckel führt eine Frequenz von 120-130/min. an, und Martius schreibt, daß die Herzfrequenz nach der Geburt dieselbe sei wie im intra-uterinen Leben.

Umfangreiche Untersuchungen über die Entwicklung einer Tagesperiodik der Pulsfrequenz im Kindesalter stellte Lange an. In insgesamt 345 Tagesperioden wurden bei 51 Kindern 3987 Pulszählungen in zweistündigen Intervallen durchgeführt. Dabei kamen neben Frühgeborenen, älteren Säuglingen, Kleinkindern und Kindern bis zum 14. Lebensjahr auch 10 Neugeborene in der ersten Lebenswoche und 3 Neugeborene in der 2. und 3. Lebenswoche zur Beobachtung.

Als mittlere Pulsfrequenz für die erste Lebenswoche fand Lange 123/min., für die 2. und 3. Lebenswoche 125/min.

Besonders interessieren die Ausführungen über den Pulsanstieg in der ersten Lebenswoche. Um trotz der großen inter- und intraindividuellen Schwankungen ein deutliches Bild zu bekommen, ermittelte Lange für jedes Kind die Pulsfrequenz des 2. und 3. Lebenstages, berechnete daraus das arithmetische Mittel und setzte diesen Wert gleich 100 Prozent. Dann berechnete sie die mittlere Pulsfrequenz der folgenden Tage als prozentuale Schwankungen um diesen Mittelwert aus der Pulsfrequenz vom 2. und 3. Tag.

Wir entnahmen der Arbeit von Lange folgende Abbildung, die die Ergebnisse dieser Berechnungen sehr gut demonstriert.



Anstieg der mittleren Tagespulsfrequenz in der 1. Lebenswoche
(ausgedrückt in Prozent des AM aus der mittleren Tagespulsfrequenz
des 2. und 3. Lebenstages).

— = Mittelkurve; --- = Verlauf bei 10 verschiedenen Kindern.
(Nach Lange)

Aus dieser Abbildung ging hervor, daß an den einzelnen Lebenstagen eine große Streuung der Pulsfrequenz vorhanden war. Aus der Mittelkurve aus den einzelnen Werten ließ sich jedoch erkennen, daß die Pulsfrequenz während der ersten Lebenswoche anstieg.

Aus den absoluten Werten der mittleren Tagespulsfrequenz ließ sich dieser Pulsanstieg nicht so deutlich erkennen, da zu große individuelle Schwankungen bestanden. Der Frequenzanstieg war mit dem 8. Lebenstag noch nicht abgeschlossen, sondern setzte sich noch bis zur 6. Lebenswoche fort.

Bei den Kindern der ersten und bei denen der zweiten und dritten Lebenswoche waren die Pulswerte noch völlig unabhängig um das Tagesmittel verteilt. Jenseits der 6. Lebenswoche konnten in der Säuglingsperiode erstmalig "wahrscheinlich signifikante" bis "sehr signifikante" Häufungen bestimmt werden. Auch der Tag-Nacht-Unterschied der Pulswerte zeigte jetzt Signifikanz, jedoch noch nicht so ausgeprägt wie im späteren Kindesalter.

Aus dem vorstehenden Überblick der wesentlichen Arbeiten über die Pulsfrequenz unter der Geburt ist ersichtlich, daß hierüber recht unterschiedliche Meinungen bestehen. Einige Autoren stimmen darin überein, daß die Herzfrequenz unter der Geburt abnimmt, so daß sie am Ende der Geburt geringer ist als vorher.

Noch mehr differieren die Angaben über die Pulsfrequenz in der Neugeborenenperiode. Das mag vor allem daran liegen, daß das Beobachtungsgut der einzelnen Autoren recht gering war und daß fast niemals fortlaufende Untersuchungen angestellt wurden. Bei der Labilität des Pulses im Säuglingsalter wird es somit verständlich, warum jeweils so große Unterschiede in der Bewertung möglich waren.

Diese Umstände berücksichtigte Lange bei ihren Untersuchungen über die kindliche Tagespulsfrequenz. Das wesentliche Kriterium hierbei für die Neugeborenenperiode war der bei ihr durch fortlaufende Messungen gefundene Pulsanstieg in der ersten Lebenswoche.

Damit ergaben sich zwei wichtige Fragestellungen:

1. Wie verhält sich die Pulsfrequenz der Kinder unter der Geburt, bleibt sie gleich oder sinkt sie ab, und

2. bis zu welchem Zeitraum nach der Geburt sinkt sie ab, wenn, wie
Lange zeigen konnte, ab dem 2. bis 3. Lebenstag ein Anstieg zu be-
obachten war?

Diese Fragestellungen sollten durch eigene Untersuchungen beantwortet werden.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Methodik

Sämtliche Untersuchungen führten wir (1) an der I. Universitäts-Frauenklinik München durch, in der Zeit vom 10. März bis 6. April 1957 und vom 28. Oktober bis 3. November 1957.

Zur Beobachtung gelangten 58 Kinder, sowohl während der Foetalperiode als in den ersten Tagen nach der Geburt. Die Gesamtzahl unserer Einzelmessungen betrug 5362. Davon entfielen 840 Messungen auf die Foetalperiode (2), 953 auf die Eröffnungs- und Austreibungsperiode, 442 auf die ersten Stunden nach der Geburt, 360 auf die beiden ersten Lebenstage und 2767 Messungen auf die erste bis dritte Lebenswoche.

Alle untersuchten Kinder wurden spontan geboren, waren reif oder nahezu reif und gesund.

Zur Zählung der foetalen Herztöne benutzten wir ein Holzstethoskop, wie es allgemein in der Geburtshilfe gebräuchlich ist. Die Untersuchung der Pulsfrequenz der Neugeborenen erfolgte mittels Auskultation mit dem Schlauchstethoskop.

In der Foetal- und Neugeborenenperiode zählten wir je nach Regelmäßigkeit der Herzaktion eine halbe, eine oder zwei Minuten lang die Herztöne. Dabei war für die Dauer der Auszählung ausschlaggebend, daß wenigstens zwei aufeinanderfolgende Viertelminuten in ihrer Frequenz übereinstimmten. Differierten sie um zwei oder mehr Schläge, so zählten wir weiter, bis sich eine gleichmäßige Frequenz feststellen ließ.

Um während des Geburtsverlaufes einen möglichen Einfluß der Wehen auf die kindliche Herzfrequenz auszuschalten, wurden alle Zählungen der foetalen Herzfrequenz nur in den Wehenpausen vorgenommen. Wir registrierten die Frequenz

1) Sämtliche Untersuchungen wurden gemeinsam mit Frl. cand. med. Barbara Jeiter durchgeführt.

2) Die Ergebnisse dieser Beobachtungen werden in der Arbeit von Frl. Jeiter dargestellt.

möglichst nach jeder Wehe. Je nach der Länge der Wehenpause konnte eine viertel oder halbe Minute gezählt werden.

Nach der Geburt hörten wir, wenn irgend möglich, die Herztöne unmittelbar vor und nach dem Abnabeln ab. Dabei durfte aber die Versorgung des Kindes nicht gestört werden. So konnte oft nur eine viertel Minute lang die Herzfrequenz gemessen werden.

Bei der Auskultation wurden die Kinder auch im Schlaf nicht gestört. Die kindlichen Herztöne waren ohne weiteres durch die Kleidung wahrnehmbar und waren selbst von der Seite gut zu hören, so daß die Kinder nicht in ihren Schlafstellungen gestört werden mußten. Während der Untersuchungen achteten wir auf größtmögliche Ruhe. Nachts führten wir die Messungen bei Taschenlampenbeleuchtung durch. Wenn es nicht gelang, schreiende Kinder zu beruhigen, so unterblieb die Auskultation. Irgendeine psychische Beeinflussung der Neugeborenen durch die Untersuchungen konnten wir nicht beobachten.

Der Tagesverlauf der Kinder war im ganzen regelmäßig. Sechsmal am Tag bekamen die Neugeborenen die Brust oder die Flasche. Nachts wurden die Kinder ein- bis zweimal zum Trockenlegen geweckt. Danach schliefen sie aber wieder ruhig und ließen keine Veränderung in ihrem Verhalten bemerken. Auch Messungen, die direkt nach dem Trockenlegen oder nach einer Mahlzeit vorgenommen worden waren, ergaben keine wesentlich veränderten Werte. Und selbst, wenn durch die Pflegemaßnahmen Veränderungen der Pulsfrequenz verursacht wurden, so traten dieselben doch jeden Tag erneut auf, so daß das Gesamtbild nicht merklich beeinflußt werden konnte.

Großen Wert legten wir auf eine regelmäßige Durchführung der Pulsmessungen. Von 9 Uhr bis 21 Uhr zählten wir alle zwei Stunden, von 21 Uhr bis 9 Uhr alle drei Stunden. Nach Möglichkeit hielten wir bei den Kindern immer die gleiche Reihenfolge ein.

In Tabelle 1 sind nun die wichtigsten Daten aller untersuchten Kinder aufgeführt. Da in der Zeit der Untersuchung und in den Methoden einige Unterschiede bestanden, teilten wir die Kinder in 3 Gruppen ein.

In einer ersten Gruppe untersuchten wir an 8 Kindern die Herzfrequenz fortlaufend von den letzten Wochen der Schwangerschaft bis durchschnittlich 12 Tage nach der Geburt. Die Möglichkeit dieser fortlaufenden Pulsbeobach-

Tabelle 1

Beobachtungsgut

Dauer der Geburt

Gruppe	Lfd. Nr. d. Kds.	Geschl.	Eröffnungs- periode	Ausreihgs.- Periode	Geburts- gew. g	Geburts- länge cm	Reife- zeichen	Anzahl d. unters. Tagesperioden
I	1	w	4 ⁰ 45'	5'	3590	51	reif	15
	2	w	12 ⁰ 25'	40'	3170	49	reif	18
	3	w	4 ⁰ 5'	5'	3230	51	reif	17
	4	w	9 ⁰ 44'	46'	4030	52	reif	11
	5	w	25 ⁰ 50'	15'	3650	50	reif	16
	6	w	10 ⁰ 30'	20'	2450	47	nahezu reif	8
	44	m	11 ⁰ 47'	38'	3900	53	reif	3
II	45	w	9 ⁰ 30'	15'	2890	50	reif	3
	46	w	4 ⁰ 30'	20'	3350	53	reif	2
	47	m	1 ⁰ 40'	20'	3770	50	reif	2
	48	m	9 ⁰ 45'	15'	3920	54	reif	2
	49	w	15 ⁰	45'	2800	47	reif	2
	50	m	20 ⁰ 35'	5'	3000	50	reif	2
	51	w	7 ⁰ 30'	10'	3300	51	reif	2
III	52	m	20 ⁰	30'	2720	48, 5	nahezu reif	2
	53	m	18 ⁰ 5'	20'	3650	51	reif	2
	54	w	-	-	3140	50	reif	2
	55	w	6 ⁰ 35'	10'	3140	51	reif	2
	56	w	11 ⁰ 55'	5'	2840	49	reif	2
	57	w	7 ⁰ 5'	10'	2890	49	nahezu reif	2
	58	w	12 ⁰	20'	3040	50	reif	2

tung bestand jedoch nur bei den Kindern der Hausschwängeren. Da aber die Anzahl von 8 Kindern für eine Urteilsbildung nicht ausreichend gewesen wäre, zogen wir noch 38 Kinder hinzu, bei denen wir ab Wehenbeginn der Mutter eine Zählung der Herztöne vornahmen. Unmittelbar nach der Geburt wurden bei den Kindern beider Gruppen zwei bis drei Stunden lang in Abständen von 15 - 30 Minuten die Herzfrequenz kontrolliert. Dann wurden alle Kinder, solange sie in der Klinik waren, in dem oben beschriebenen Tagesrhythmus beobachtet. Alle diese Untersuchungen wurden in der Zeit vom 10. März bis 6. April 1957 durchgeführt.

Nach Abschluß der statistischen Auswertung dieser Befunde zeigte es sich, daß die Pulsfrequenz in den beiden ersten Lebenstagen noch einer eingehenden Prüfung bedurfte. So zählten wir in der Zeit vom 28. Oktober bis 3. November 1957 nochmals an 12 Kindern die Pulsfrequenz von der 1. bis zur 48. Stunde nach der Geburt. Dabei registrierten wir in den ersten 12 Stunden stündlich und weitere 36 Stunden zweistündig die Herzfrequenz.

Untersuchungsergebnisse

Unter diesen Untersuchungsbedingungen kamen wir zu folgenden Ergebnissen:

DIE PULSFREQUENZ DES KINDES WÄHREND DER GEBURT

In der Eröffnungsperiode zeigten die Kinder untereinander eine sehr unterschiedliche Herzfrequenz. So konnten wir als Maximum z.B. bei Kind Nr. 45 eine Frequenz von 152/min. beobachten, während das Minimum 116/min. betrug (Kind Nr. 14). Die Differenz zwischen beiden Werten lag also mit 36 Schlägen/min. sehr hoch. Demgegenüber wurden bei den Pulswerten jedes einzelnen Kindes keine so hohen Schwankungen sichtbar. Bei 12 Kindern bestand zwischen den verschiedenen Werten nur eine Differenz von 4 Schlägen/min., bei 15 Kindern von 8 Schlägen/min. Nur 14 Kinder aber wiesen Schwankungen von 12 und mehr Schlägen/min. auf.

So ließ sich aus diesen Beobachtungen aussagen, daß die intraindividuellen Schwankungen geringer waren als die interindividuellen.

Wir errechneten nun aus den einzelnen Pulswerten jedes Kindes die mittlere Frequenz. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Auch hier zeigten sich wieder recht unterschiedliche Frequenzen. Das Minimum fanden wir bei Kind Nr. 37 mit 126/min., das Maximum bei Kind Nr. 45 mit 144,5/min. Es ist interessant, festzustellen, daß Kind Nr. 45, das die höchste vorkommende Herzfrequenz gezeigt hatte, auch mit seiner Durchschnittsfrequenz an erster Stelle stand.

Als Mittelwert aus den Werten der Herzfrequenz aller Kinder errechneten wir für die Eröffnungsperiode 135,5 Schläge/min., mit einer verhältnismäßig geringen Streuung von 4,98/min., was wohl auf die große Anzahl der Einzelmessungen (737) zurückzuführen ist.

Auch in der Austreibungsperiode waren die Pulswerte der Kinder untereinander recht verschieden, doch betrug die Differenz zwischen dem höchsten und tiefsten Wert nur 30 Schläge/min. Das Maximum von 148/min. zeigten 2 Kinder (Kind Nr. 45 und Nr. 2), wobei interessant ist, daß Kind Nr. 45 wie schon in der Eröffnungsperiode den höchsten Wert aufwies. Das Minimum der Herzfrequenz betrug 112/min. bei Kind Nr. 34.

Tabelle 2

- 22 a -

Mittlere Pulsfrequenz der EP und AP, sowie Pulswerte nach
der Geburt

	Lfd. Nr. d. Kds.	Mittelwerte der EP/min.	Anz. d. Einz. - Mess.	Mittelwerte der AP/min.	Anz. d. Einz. - Mess.	Werte vor dem Abnabeln/min.	Werte unmittel- bar nach dem Abnabeln / min.
	46	135,6	20	128,0	5	100	120
A M		135,5 + 4,98 —	737	132,4 + 7,54 —	218	113,0 + 22,63 —	133,3 + 16,57 —
Differenz		3,1 *	19,4 *		20,3 *		
Wert von t		7,17	9,12		8,9		
		* sehr signifikant.					

Es fiel auf, daß sowohl Maximum wie Minimum tiefer lagen als in der Eröffnungsperiode, es hatte also ein Pulsabfall stattgefunden.

Auch in der Austreibungsperiode waren die intraindividuellen Schwankungen geringer als die interindividuellen. Wegen der vielfach sehr kurzen Zeit war die Anzahl der Einzeluntersuchungen jedoch bedeutend geringer. Immerhin zeigten 6 Kinder Differenzen von nur 4 Schlägen/min. und 17 Kinder solche von nur 8 Schlägen/min. 11 Kinder ließen Schwankungen von 12 und mehr Schlägen/min. zwischen den einzelnen Werten erkennen.

Auch die Mittelwerte der Herzfrequenz dieser Geburtsperiode zeigten beträchtliche Unterschiede. So war der höchste Wert 142,7/min. bei Kind Nr. 45, der tiefste 121,1/min. Wieder zeigte also Kind Nr. 45 das Maximum. Im Vergleich zur Eröffnungsperiode fiel auf, daß beide Extremwerte tiefer lagen.

Vor allem aber wurde dieser Pulsabfall deutlich, wenn man bei den einzelnen Kindern die Mittelwerte der Pulsfrequenz der Eröffnungsperiode mit denen der Austreibungsperiode vergleicht. In 23 Fällen war dabei eine Verminderung der Herzfrequenz zu beobachten. Der größte Abfall war bei Kind Nr. 13 mit 11,7 Schlägen/min., der geringste bei Kind Nr. 36 mit 0,5 Schlägen/min. zu verzeichnen. Nur bei 12 Kindern war die Frequenz von der Eröffnungszur Austreibungsperiode angestiegen. Hier waren die Intervalle etwas geringer. Sie betrugen als Maximum 7,1/min. bei Kind Nr. 15 und als Minimum 0,6/min. bei Kind Nr. 35.

Als Mittelwert aus den Einzelfrequenzen aller Kinder in der Austreibungsperiode errechnete sich der Wert von 132,4/min. Die Streuung war mit 7,54 größer als in der Eröffnungsperiode, doch war auch die Anzahl der Einzeluntersuchungen geringer (218).

Ein Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz beider Geburtsperioden demonstrierte wiederum deutlich den Pulsabfall in der Austreibungsperiode. Die Differenz beider Werte betrug 3,1 Schläge/min.

Sehr groß waren die interindividuellen Schwankungen der Herzfrequenz sofort nach der Geburt, noch vor dem Abnabeln. Das Minimum betrug 72/min. bei Kind Nr. 41, das Maximum 150/min. bei Kind Nr. 16. Als Mittelwert berechneten wir eine Frequenz von 113,0/min. mit einer sehr großen Streuung von 22,63/min.

Vergleicht man die Pulswerte dieser Zeit mit denen der Austreibungsperiode,

so zeigte sich, daß 16 mal die Frequenz angestiegen, 16 mal abgefallen und einmal gleichgeblieben war. Es sei aber darauf hingewiesen, daß eine Gegenüberstellung dieser Werte nicht ganz berechtigt ist, da diejenigen der Austreibungsperiode Mittelwerte aus zahlreichen Einzelmessungen sind, während es sich bei denjenigen der Zeit nach der Geburt nur um einmalige Messungen handeln konnte.

Eine Gegenüberstellung der beiden Endmittelwerte jedoch ließ einen sehr starken Pulsabfall beobachten. Die Differenz zwischen beiden Werten betrug 19,4/min.

Auch nach dem Abnabeln waren bei den einzelnen Kindern sehr unterschiedliche Pulsfrequenzen zu messen. Das Minimum zeigte Kind Nr. 41 mit 72/min., das Maximum von 160/min. ließen die Kinder Nr. 42 und Nr. 45 erkennen. Die mittlere Herzfrequenz errechnete sich als 133,3/min. mit einer Streuung von 16,57/min.

Der Vergleich der Pulsfrequenz vor und nach dem Abnabeln erbrachte folgende interessante Ergebnisse: Bei 15 von 26 Kindern war ein Anstieg der Frequenz erfolgt und nur bei 3 Kindern ein Abfall. Die Pulsfrequenz lag also in fast allen Fällen vor dem Abnabeln tiefer als nachher. Bei 8 Kindern war kein Frequenzunterschied zwischen den Werten beider Zeiten zu beobachten. Die Differenz zwischen den Pulswerten war nicht einheitlich ausgeprägt. So zeigte z. B. Kind Nr. 36 einen Anstieg von 70 Schlägen/min., während bei Kind Nr. 30 die Frequenz um nur 14 Schläge/min. zugenommen hatte.

Am deutlichsten wurde der Pulsanstieg zwischen der Zeit vor und nach dem Abnabeln, wenn man die beiden Mittelwerte vergleicht. Es ergab sich eine Frequenzzunahme von 20,3 Schlägen/min.

Zusammenfassend ließe sich also sagen, daß die Pulsfrequenz des Kindes vom Beginn der Wehen bis unmittelbar nach der Geburt abgesunken war. Wenige Minuten nach der Geburt war dann ein Anstieg der Pulsfrequenz zu beobachten.

Um die Gesetzmäßigkeit dieses Pulsabfalles und -anstieges auf seine statistische Zuverlässigkeit zu prüfen, berechneten wir die mittlere Pulsfrequenz und Streuung nach folgenden Formeln:

$$\bar{x} = \text{AM}(x) = \frac{\sum_{\nu=1}^n x_{\nu}}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{\nu=1}^n (x_{\nu} - \bar{x})^2}{n-1}}$$

n = Gesamtzahl der Einzelwerte x_{ν}

$\sum_{\nu=1}^n (x_{\nu} - \bar{x})^2$ = Summe der Quadrate aller Differenzen zwischen den jeweiligen Einzelwerten x_{ν} und dem AM $\bar{x}$.

Zur praktischen Berechnung von $\bar{x}$ und σ eignet sich das fortlaufende Summierungsverfahren besser als die obigen Formeln. Doch kann an dieser Stelle auf eine nähere Erläuterung dieses Algorithmus verzichtet werden.

Ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung von Mittelwertsdifferenzen ist die Signifikanzprüfung. Je nach Größe der Mittelwertsdifferenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$, und je nach der Anzahl n_1 (n_2) der dem Mittelwert $\bar{x}_1$ ($\bar{x}_2$) zugrunde liegenden Einzelwerte $x_{1\nu}$ ($x_{2\nu}$) und dem zugehörigen Streubereich σ_1 (σ_2) ergibt sich ein mehr oder weniger großes Maß an Wahrscheinlichkeit für das tatsächliche Auftreten eines Sprungs der Frequenzen.

Diese Signifikanzprüfung erfolgt durch Vergleich der Werte der t-Funktion

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_2} + \frac{\sigma_2^2}{n_1}}} \cdot \frac{n-2}{n}$$

mit einzelnen aus der Summe $n = n_1 + n_2$ gewonnenen Grenzwerten. Jeder Wahrscheinlichkeitsstufe (wahrscheinlich, signifikant und sehr signifikant) ist ein solcher Grenzwert zugeordnet. Der Grenzwert

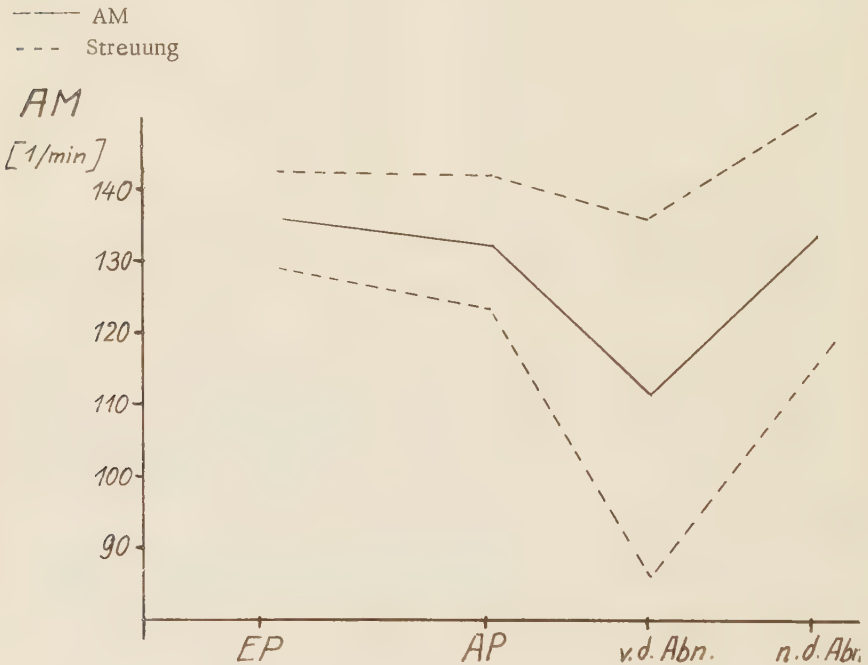
$$t_{3\sigma} = 3 + \frac{10}{n}$$

entspricht z. B. der Wahrscheinlichkeitsstufe "signifikant".

Die sich nach obigem Verfahren ergebenden Gesamtmittelwerte sind zusammen mit den zugehörigen Streuungen und den resultierenden Mittelwertsdifferenzen zwischen den einzelnen Geburtsabschnitten am Ende der Tabelle 2 aufgeführt. Sämtliche Differenzen ergaben sich als "sehr signi-

fikant". Hieraus wird eindeutig klar, daß die errechneten Mittelwertsdifferenzen nicht zufälliger Natur sein können.

Wir erhalten also folgendes Bild (Abbildung 1):



Von der Eröffnungsperiode (EP) zur Austreibungsperiode (AP) zeigte sich ein kleiner Abfall und von der Austreibungsperiode zum Zeitpunkt unmittelbar nach der Geburt, vor dem Abnabeln, ein weiterer wesentlicher Abfall der Pulsfrequenz, welche nach dem Abnabeln wieder erheblich anstieg. Es bleibt fraglich, ob das Abnabeln als solches die Ursache für diesen Frequenzanstieg darstellte, oder ob dies lediglich das gewöhnliche Verhalten der Frequenz in den ersten Minuten nach der Geburt darstellt.

Tabelle 3

Die Pul

Lfd.	Erster Tag:										
Nr. d.	Stunden:										
Kds.	1.	2.	3.	4.	36.	38.	40.	42.	44.	46.	48.
47	120	108	120	95	100	116	106	106	104	124	105
48	115	114	122	124	1108	112	112	118	118	116	124
49	128	119	121	108	1126	128	122	135	138	144	146
50	124	118	106	104	1126	108	128	120	144	140	120
51	120	108	122	120	1122	126	102	112	124	120	122
52	128	116	120	96	1120	104	108	120	120	130	128
53	120	128	116	120	1116	112	112	100	126	120	126
54	125	128	120	112	1128	130	130	124	124	116	120
55	112	104	112	112	110	118	104	106	100	122	112
56	126	120	116	120	1136	122	108	104	116	124	134
57	118	110	115	98	1114	128	120	126	122	120	120
58	132	98	96	80	1112	105	132	104	104	118	120
AM	122,3	114,3	115,5	107,4	1017,7	117,4	115,3	114,6	120,0	121,5	123,1
?	+ 5,60	+ 8,74	+ 7,40	+ 12,35	+ 8,82	+ 8,95	+ 10,8	+ 10,39	+ 12,60	+ 8,68	+ 9,86

DIE PULSFREQUENZ DES KINDES AN DEN BEIDEN ERSTEN LEBENSTAGEN

Aus der Arbeit von Lange ging hervor, daß die Pulsfrequenz des Kindes in der ersten Lebenswoche ansteigt. Wie aber im vorigen Teil ausgeführt wurde, fanden wir bei den von uns untersuchten Kindern sofort nach der Geburt zunächst einen bemerkenswert großen Abfall der Pulsfrequenz. Von diesem Abfall der Herzfrequenz nach der Geburt ist auch schon in der Literatur bei John und Schick, Lesné-Binet und Feldmann die Rede.

Es erhebt sich nun die Frage nach dem weiteren Verlauf der Frequenz, welche ja nach dem Abnabeln wieder einen recht hohen Wert erreicht hatte. Zur Untersuchung dieses Verhaltens führten wir bei 12 Kindern eine Sonderzählung durch: wir beobachteten bei diesen Neugeborenen (Tabelle 1, Gruppe III) in den ersten 12 Stunden in einstündigen und in den folgenden 36 Stunden in zweistündigen Intervallen die Herzfrequenz. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Intra- und interindividuelle Vergleiche der Einzelwerte ergaben zunächst kein einheitliches Bild. Als gemeinsames Charakteristikum ließ sich lediglich innerhalb der ersten 24 Stunden ein Abfall mit darauffolgendem Anstieg der Pulsfrequenz beobachten. Das Minimum wurde jedoch bei den einzelnen Kindern zu sehr verschiedenen Zeiten innerhalb des ersten Tages erreicht und war nur bei der Hälfte der Kinder eindeutig ausgeprägt. Bei den übrigen sechs Kindern wurde zwei-, dreimal oder noch häufiger der tiefste Wert gemessen.

Drei der 12 Kinder (Nr. 52, 57 und 58) erreichten ihr Minimum in der 4. Stunde nach der Geburt, während bei den Kindern Nr. 47, 51 und 48 das Minimum in der 10. oder 11. Stunde erstmalig auftrat. Bei den Kindern Nr. 56, 53 bzw. 49 wurde das erstmalige Auftreten des Minimums in der 18., 22. bzw. 24. Stunde beobachtet. Interessanterweise war bei diesen letztgenannten Kindern das Minimum jeweils eindeutig ausgeprägt, was wohl mit dem relativ späten Erreichen des Tiefstwertes in Zusammenhang zu bringen ist.

Weitere bemerkenswerte Anhaltspunkte lieferte ein Vergleich der Größe der einzelnen erstmaligen Minima mit den Zeiten, in denen sie auftraten: in grober Näherung kann gesagt werden, daß die frühzeitig erreichten Minima

in der Frequenz tiefer lagen als die erst sehr viel später erreichten Minima.

Die höchste überhaupt gemessene Frequenz betrug 146/min. (bei Kind Nr. 52), die niedrigste 80/min. (bei Kind Nr. 58).

Es erhebt sich nun die Frage, ob ein Zusammenhang bestand zwischen der Länge der Geburtsdauer und der Zeit des Auftretens des Minimums.

Wir versuchten eine Zusammenstellung, zunächst nach der Länge der Eröffnungsperiode. Dabei fanden wir, daß sich für die 5 Kinder, deren Eröffnungsperiode bis zu 10 Stunden gedauert hatte, das Minimum im Durchschnitt in der 8. Stunde nach der Geburt auftrat. Hatte die Eröffnungsperiode länger als 10 Stunden gedauert, so trat das Minimum im Durchschnitt erst 12,3 Stunden nach der Geburt auf.

Übereinstimmend damit fanden wir bei den Kindern, die eine kürzere Austreibungsperiode erfahren hatten, 9,3 Stunden nach der Geburt den tiefsten Pulswert und bei denen, die eine längere Austreibungszeit über sich hatten ergehen lassen müssen, das Minimum der Herzfrequenz erst 11,6 Stunden nach der Geburt.

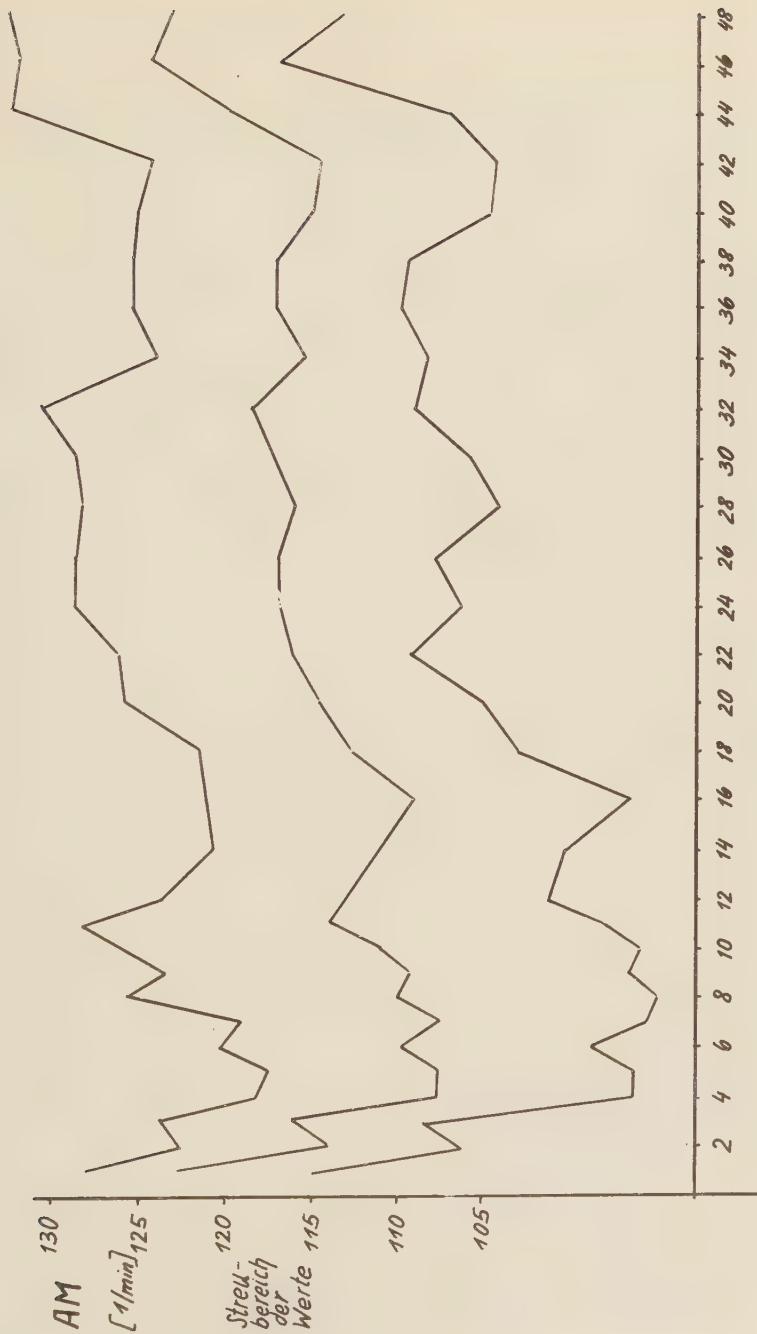
Es ließe sich also sagen, daß, je kürzer der Geburtsverlauf gewesen war, desto eher das Minimum der Pulsfrequenz eintrat. Da jedoch unsere Untersuchungszahlen viel zu gering waren, kann dies nicht mehr als eine Vermutung sein und es bedürfte genauerer Untersuchungen, um hier eine Gesetzmäßigkeit zu finden.

Um trotz der relativ großen intra- und interindividuellen Schwankungen zu einem einigermaßen einheitlichen Gesamtbild zu kommen, wurden für jede gemessene Lebensstunde die arithmetischen Mittel bestimmt. Die Ergebnisse finden sich am Ende der Tabelle 3; in Bild 2 ist der Verlauf graphisch dargestellt. Diese resultierende Kurve ließ den ausgeprägten Abfall der Pulsfrequenz in den ersten 4 Lebensstunden deutlich erkennen. Für die 4. - 16. Stunde ergab sich eine uneinheitliche Lage der verschiedenen Minima, während von der 16. - 26. Stunde ein sehr einheitlicher Anstieg der Pulsfrequenz zu beobachten war. Die Zeit von der 26. - 42. Stunde zeigte wieder einen recht ungleichmäßigen, jedoch in grober Näherung konstanten Verlauf, auf den von der 42. bis zur 46. Stunde wieder ein relativ einheitlicher Anstieg erfolgte.

Um den erhaltenen Pulsverlauf auf seine Wahrscheinlichkeit hin zu über-

Bild 2:

Die Pulsfrequenz an den beiden ersten Lebenstagen
(AM von 12 Kindern)



prüfen, wurden für die einzelnen Mittelwertsdifferenzen die t-Funktionen berechnet. Hierbei ergaben sich wegen der geringen Anzahl der Einzelmeßwerte für kleinere Intervalle (bis etwa 10 Stunden) noch keine signifikanten Unterschiede. Deshalb mußten größere Zeitabschnitte zusammengefaßt werden. Als ersten Abschnitt wählten wir die erste bis 16. Stunde, in dem in den weitaus meisten Fällen der Frequenzabfall erfolgt war. Dem Gesamtmittelwert dieses Abschnittes (111, 94/min.) stellten wir den aus den Einzelmittelwerten der 18. bis 32. Stunde ermittelten Gesamtmittelwert (116, 9/min.) gegenüber. Als Differenz erhielten wir also 4, 96/min. Der errechnete zugehörige Wert der t-Funktion war 3, 205; der Unterschied war also "signifikant".

Weiterhin verglichen wir die Gesamtmittelwerte AM_1 und AM_2 der ersten beiden Lebenstage und erhielten:

$AM_1 = 113, 02/\text{min.}$	1. Tag
$AM_2 = 118, 46/\text{min.}$	2. Tag.

Die Differenz von 5, 44/min. erwies sich mit einem t von 4, 33 als "sehr signifikant".

Zusammenfassend läßt sich also sagen: Die Herzfrequenz der Neugeborenen sank nach der Geburt stark ab und stieg dann aber noch innerhalb der ersten 24 Stunden wieder an. Die Minima lagen sowohl hinsichtlich ihrer Größe wie ihres Zeitpunkts sehr unterschiedlich. Im Gesamtbild war der Anstieg von der 16. bis 26. Stunde sehr gleichmäßig ausgeprägt. Wegen der geringen Anzahl der Meßwerte war jedoch eine Signifikanzprüfung für diesen Anstieg nicht möglich. Hingegen war der Unterschied zwischen der Gesamtheit der Werte von der ersten bis 16. Stunde und der Gesamtheit der Werte von der 16. bis 32. Stunde signifikant. Da auch die Signifikanzprüfung der Gesamtmittelwertsdifferenzen der ersten beiden Tage positiv verlief, kann die Gesamtcharakteristik (die ersten 16 Stunden ein Abfall mit darauffolgendem Anstieg der Frequenz) als gesichert gelten. Eine weitere Folge der geringen Anzahl der Meßwerte war die verhältnismäßig große Streuung von ca. + 10% der Meßwerte.

DER PULSANSTIEG IN DEN ERSTEN LEBENSWOCHEN

Nach den Untersuchungen von Lange mußte nun erwartet werden, daß die Pulsfrequenz in der ersten und auch noch in den folgenden Lebenswochen ansteigt.

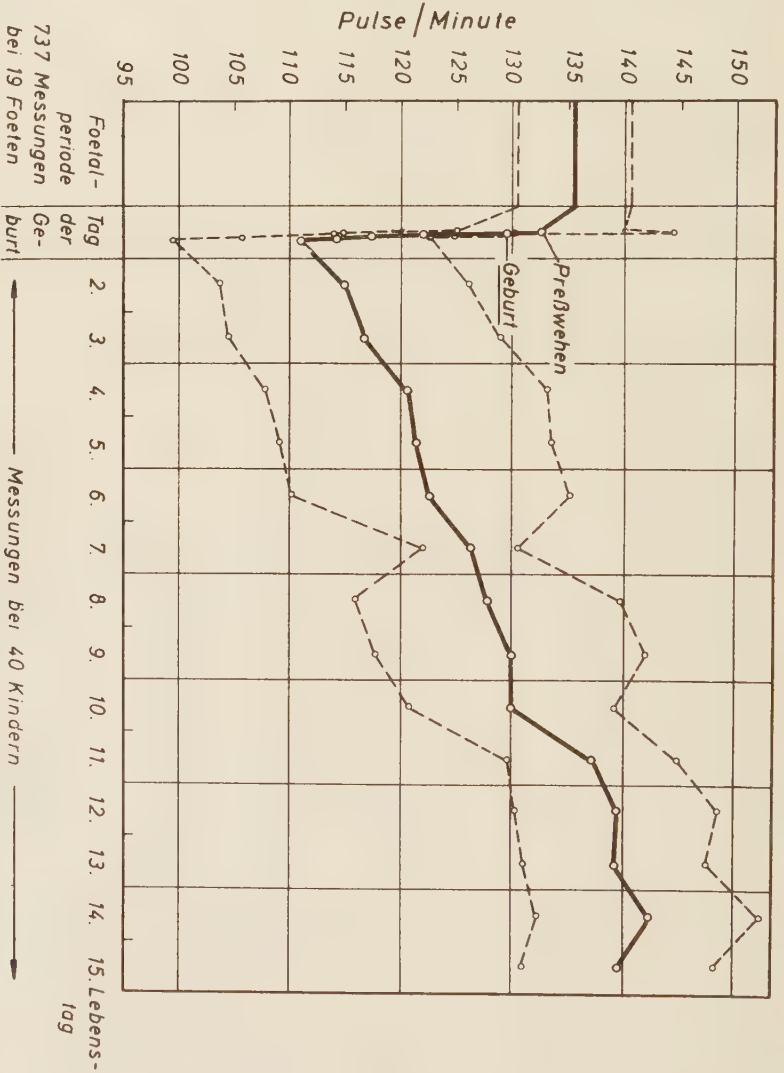
Zur Überprüfung dieses Ergebnisses von Lange errechneten wir für jeden Lebenstag das AM und die Streuung aus den Tagesdurchschnitten aller Kinder der Gruppen I und II. Die Ergebnisse sind am Ende der Tabelle 4 aufgezeichnet und in Bild 3 graphisch dargestellt.

Aus dieser Abbildung ist sehr schön der Anstieg der Pulsfrequenz sichtbar. Die Zunahme von Tag zu Tag war in den ersten 10 Tagen relativ konstant. Vom 11. auf den 12. Tag ergab sich eine wesentlich größere Zunahme (7, 24/min.). Der weitere Verlauf ist verhältnismäßig ungleichmäßig, was wohl auf die wesentlich geringere Anzahl der diesen letzten 5 Tagen zugrundeliegenden Meßwerten zurückzuführen ist.

Die Streuung an den ersten sechs Tagen war mit etwa $\pm 10\%$ des Mittelwerts im Vergleich zur großen Zahl der Einzelmessungen recht erheblich. Demgegenüber fiel die Abnahme der Streuung auf, wie sie sich im weiteren Verlauf der Kurve zeigte. Die Abnahme der Zahl der durchgeführten Messungen (siehe Tabelle 4) hätte zunächst eine Zunahme der Streuung erwarten lassen. Dieses Verhalten könnte auf eine im Laufe der Zeit abnehmende Labilität der Pulsfrequenz hindeuten. Für die auffällige Abnahme der Streuung am 7. Tag läßt sich kaum eine Erklärung finden, so daß es naheliegt, sie als zufällig zu betrachten.

Um zu ermitteln, in wieweit die Frequenzzunahme zufallsbedingt war, prüften wir die Differenzen zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Tagen mit Hilfe der t-Funktion auf ihre Signifikanz. Am Ende von Tabelle 4 sind die Differenzen aufgezeichnet, jeweils mit dem Vermerk, ob signifikant oder nicht.

Diese Prüfung hatte nur zweimal ein positives Ergebnis (3. auf 4. Tag und 10. auf 11. Tag). Um größere Unterschiede zu erhalten, wurden nun die Signifikanzen für Unterschiede von Tagesmittelwerten in dreitägigen Intervallen überprüft. Hierbei waren die Mittelwertsdifferenzen vom 2. zum 4., vom 6. zum 8. und vom 10. zum 12. Tag signifikant. Schließlich verglichen wir noch den ersten Tag jeder Lebenswoche mit dem jeweils letzten Tag. Mit Ausnahme der dritten Woche, bei der die Anzahl der Meßwerte zu gering war, ergab sich Signifikanz.



Entwicklung der mittleren Tagespulsfrequenz

3

Aus all diesen Berechnungen wurde der kontinuierliche Anstieg der Pulsfrequenz der Neugeborenen vom zweiten Lebenstag an erhärtet. Die Dauer dieses Anstiegs konnten wir nicht bestimmen, da wir die Kinder maximal 18 Tage untersuchten. Nach Lange steigt die Herzfrequenz bis zur 6. Lebenswoche an.

Wie das Ergebnis des vorhergehenden Abschnittes erwarten läßt, zeigten auch die mittleren Tagespulswerte der einzelnen Kinder (siehe Tabelle 5) den Anstieg der Frequenz. So lag die Pulsfrequenz am jeweils letzten Untersuchungstag bei 40 von 44 Kindern höher als am zweiten Lebenstag. Die vier Kinder (Nr. 38, 43, 44 und 6), bei denen ein anderes Verhalten beobachtet wurde, wurden mit einer Ausnahme (Kind Nr. 6, 8 Untersuchungstage) nur sehr wenige Tage untersucht.

Nicht so deutlich war die Frequenzzunahme von Tag zu Tag ausgeprägt. Nur bei sechs Kindern war der Anstieg in der ersten Woche gleichmäßig ausgebildet, während 13 Kinder einen einmaligen, 7 einen zweimaligen und 2 Kinder einen dreimaligen zwischenzeitlichen Abfall der Frequenz in dieser Zeit erkennen ließen. Ein Vergleich der Werte des zweiten mit denen des 7. Tages erbrachte aber bei 28 Kindern einen Anstieg der Frequenz und nur bei einem Kind war dieser ausgeblieben. Dabei konnte die Differenz zwischen den Werten beider Tage bis zu 28/min. betragen, wie bei Kind Nr. 16. Meist aber war sie geringer und der Anstieg also nicht so groß.

In der zweiten und dritten Lebenswoche untersuchten wir nur noch wenige Kinder. Auch bei ihnen war im allgemeinen die Zunahme der mittleren Tagespulsfrequenz von Tag zu Tag zu beobachten.

Tabelle 5 soll einen kurzen Überblick geben über die Häufigkeit des Anstieges bzw. Absinkens der Frequenz von Tag zu Tag.

Tabelle 5

	Anzahl der Kinder mit zunehmender Frequenz	Anzahl der Kinder mit abnehmender Frequenz
2. / 3. Tag	30	14
3. / 4. Tag	33	7
4. / 5. Tag	25	11
5. / 6. Tag	22	9
6. / 7. Tag	23	5
7. / 8. Tag	11	9
8. / 9. Tag	8	2
9. / 10. Tag	4	2
10. / 11. Tag	6	-
11. / 12. Tag	4	-
12. / 13. Tag	2	2
13. / 14. Tag	3	1
14. / 15. Tag	-	4
15. / 16. Tag	1	1
16. / 17. Tag	1	1
17. / 18. Tag	-	1
Insgesamt	145	69

Die Tabelle zeigt den sehr deutlich ausgeprägten Anstieg der Frequenz. Der Abfall zwischen manchen Tagen dürfte durch individuelle Schwankungen verursacht sein.

DIE MITTLERE PULSFREQUENZ DER KINDER ZU DEN VERSCHIEDENEN TAGESSTUNDEN

Es wäre nun zu untersuchen, wie sich die Pulsfrequenz der Kinder zu den verschiedenen Tageszeiten verhielt. Nach Lange ist erst ab der 6. Lebenswoche eine Tagesperiodik der Herzfrequenz zu erwarten. Demnach müßten bei den von uns untersuchten Kindern die Pulswerte völlig ungleichmäßig um das Tagesmittel verteilt sein.

Tabelle 6 enthält die arithmetischen Mittel aus den Werten aller Kinder für die fortlaufenden Untersuchungstage, aufgegliedert nach den einzelnen Tageszeiten. Aus dieser Zusammenstellung ließ sich zunächst recht wenig erkennen. Die Werte schienen vollkommen willkürlich über den Tag verteilt zu sein.

Um eventuelle tagesrhythmische Veränderungen deutlich zu machen, wandten wir folgendes Verfahren an:

Wir drückten die zu den einzelnen Stunden gehörigen arithmetischen Mittel in % der mittleren Tagespulsfrequenz aus (mittlere Tagespulsfrequenz = 100 %). Diese Berechnungen führten wir durch für den 2., 4., 6. und 8. Tag, sowie für die 1., 2. und 3. Woche und für alle 3 Wochen zusammen. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse dieser Berechnungen zusammen mit den von Lange ermittelten Untersuchungsergebnissen zusammengestellt. In den Bildern 3 - 10 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

Diese Kurven erlauben einen guten Vergleich der verschiedenen Tage und Wochen. Durch die große Anzahl der Einzelmeßwerte dürften intra- und interindividuelle Schwankungen weitgehend ausgeglichen sein.

Betrachten wir zunächst die Kurven des 2. bis 8. Lebenstages:

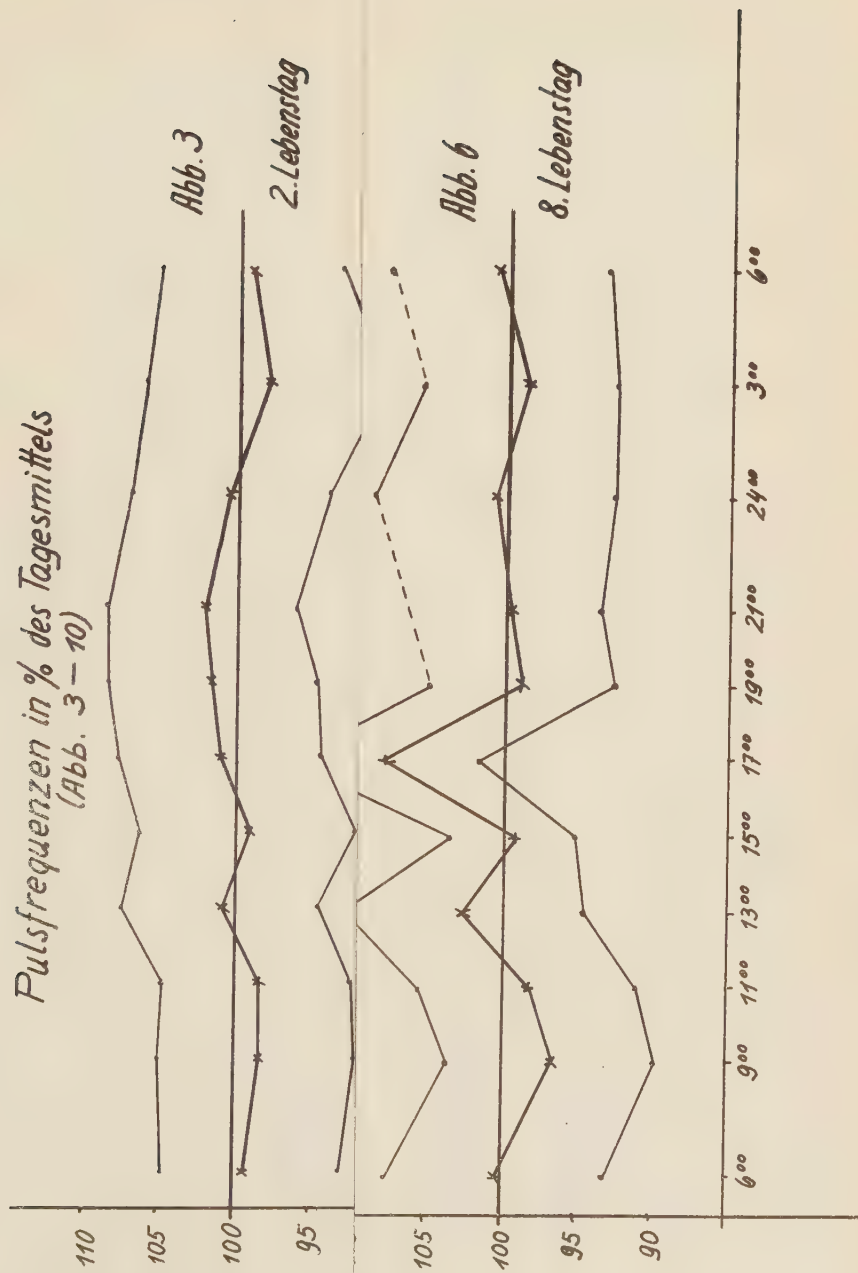
Am 2. Tag waren die einzelnen Werte noch sehr unregelmäßig um das Tagesmittel verteilt und zeigten keine ausgeprägten Höchst- und Tiefstwerte. Am 4. und 6. Tag dagegen deuteten sich zwei "Tagesgipfel" (13 Uhr und 17 Uhr) mit einer Senke um 15 Uhr an. Die Werte der anderen Stunden unterschieden sich nur wenig vom Mittelwert. Ein Vergleich der Kurven dieses Tages mit der des zweiten Tages zeigte, daß die Schwankungen um das Tagesmittel bei ersterer größer waren. Noch größer wurden die Amplituden am 8. Tag. Wieder zeigten sich zwei "Tagesgipfel", wobei derjenige für 17 Uhr beträchtlich höher war als der für 13 Uhr. Nach 17 Uhr sanken die Werte unter das Tagesmittel ab.

Tabelle 6

Mittlere Pulsfrequenz aller Kinder zu den verschiedenen
Tageszeiten vom 1. bis 17. Lebenstag

Lebens- tag	Tageszeit										Anz. d. EM
	6 ⁰⁰	9 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	24 ⁰⁰	3 ⁰⁰	
1.	107,8	109,4	111,2	113,1	110,9	112,5	111,7	115,9	114,1	112,9	394
2.	113,1	114,1	114,3	117,6	113,2	115,5	116,7	116,8	116,0	112,9	460
3.	118,5	113,3	115,5	120,1	114,1	119,6	117,5	117,8	117,6	117,1	446
4.	123,5	118,6	117,0	123,7	117,0	124,9	121,2	120,5	118,8	119,2	400
5.	122,4	122,5	116,5	124,2	119,1	127,7	121,5	123,2	121,3	115,5	360
6.	125,3	123,1	121,8	125,2	116,8	127,5	124,8	121,3	124,6	119,3	310
7.	124,1	122,1	125,5	131,3	123,5	135,6	129,8	126,3	128,1	123,4	280
8.	130,0	122,1	126,4	132,0	126,3	139,5	127,3	125,6	128,2	125,5	200
9.	136,6	128,8	122,4	133,9	125,0	143,2	134,8	128,9	133,1	122,5	100
10.	132,6	127,4	125,9	130,7	124,7	135,4	132,0	125,6	132,3	131,3	70
11.	138,3	139,0	135,7	137,5	132,3	137,3	134,0	135,2	133,5	128,2	60
12.	140,5	134,8	139,0	137,8	134,5	142,0	139,5	137,0	143,5	139,8	40
13.	138,8	143,8	140,5	137,3	142,5	142,5	137,3	136,8	139,5	133,5	40
14.	143,0	144,0	140,5	150,3	129,8	147,5	137,8	142,2	136,5	143,5	40
15.	143,5	136,0	141,8	141,0	134,3	136,3	135,8	139,0	136,3	142,0	40
16.	153,0	139,3	141,3	140,0	134,3	141,0	142,3	132,7	137,3	138,7	30
17.	144,5	138,5	156,0	144,0	150,5	146,0	140,0	150,0	128,5	135,0	20

Pulsfrequenzen in % des Tagesmittels
(Abb. 3-10)



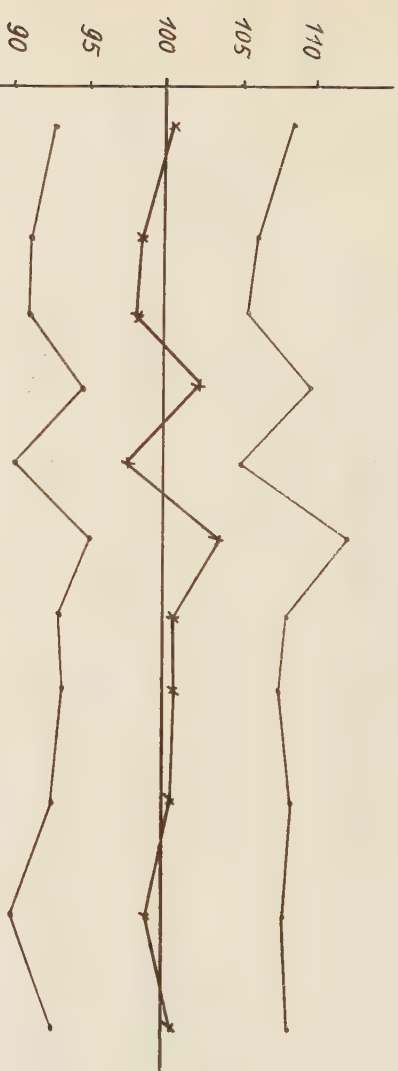


Abb. 7
1. Woche

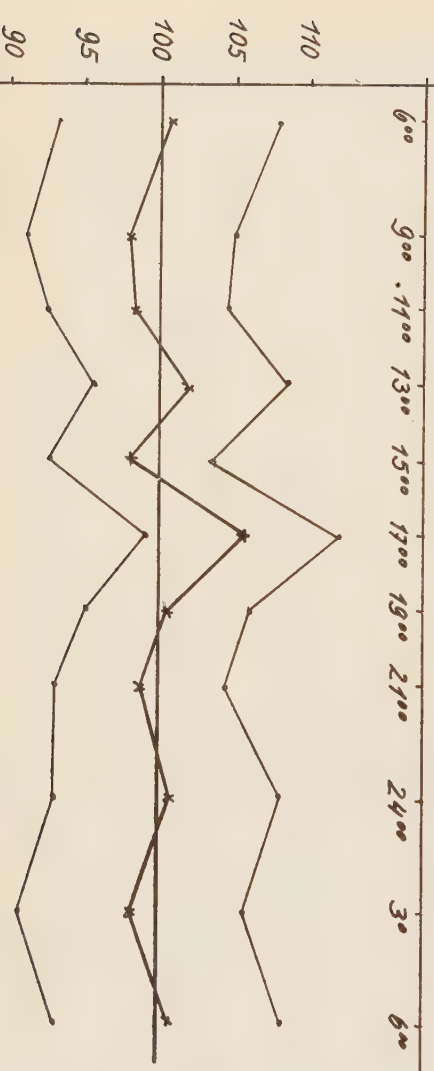


Abb. 8
2. Woche

Pulsfrequenz an den einzelnen Tagesstunden in Prozenten um
das Tagesmittel

AM in %	6 ⁰⁰	9 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	24 ⁰⁰	3 ⁰⁰	n
2. Tag	99,3 +6,13	51 +6,61	50 +6,35	49 +6,76	47 +7,56	53 +6,92	49 +7,04	48 +6,75	48 +6,67	49 +8,46	n
4. Tag	101,14 +8,31	55 +7,58	47 +7,42	49 +8,73	47 +8,28	47 +8,70	47 +8,11	46 +7,45	58 +8,20	50 +9,54	n
6. Tag	100,75 +7,99	48 +8,83	39 +7,36	38 +9,30	39 +8,45	40 +9,24	38 +8,32	41 +7,36	44 +7,08	38 +8,15	n
8. Tag	100,03 +7,23	31 +7,29	25 +7,39	26 +8,00	24 +4,79	22 +6,25	25 +6,26	26 +6,23	30 +8,30	25 +7,79	n
10. Tag	100,37 +8,10	319 +7,70	272 +7,08	260 +7,75	260 +7,85	260 +8,67	266 +7,67	271 +7,39	309 +8,02	272 +9,21	n
12. Tag	100,51 +7,67	78 +7,12	65 +6,18	67 +6,73	67 +5,74	61 +6,50	65 +5,59	65 +5,51	75 +7,63	64 +7,74	n
14. Tag	101,27 +7,58	44 +5,32	28 +5,45	27 +5,51	27 +6,58	28 +7,68	28 +5,74	28 +6,76	46 +6,83	27 +6,93	n
16. Tag	100,7 +7,8	362 +7,8	369 +7,3	355 +7,65	355 +7,6	357 +8,45	358 +7,4	370 +7,4	351 +9,1	366 +9,3	n

n = Anzahl der untersuchten Kinder

Weiter faßten wir die Werte für jede Woche zusammen und stellten die Ergebnisse in den Bildern 8 - 10 graphisch dar. Diese Kurven zeigten untereinander einige Ähnlichkeiten: denen der beiden ersten Wochen waren wieder zwei "Tagesgipfel" um 13 Uhr und 17 Uhr gemeinsam, wobei der 17 Uhr-Wert das Maximum darstellte; wie oben ergab sich für 15 Uhr wieder ein Tiefstwert. In der 3. Woche fehlte der 13 Uhr-"Gipfel" und nur das Maximum um 17 Uhr war ausgeprägt. Eine gesetzmäßige Verteilung der Werte über Tag und Nacht konnten wir nicht beobachten.

Als letztes ermittelten wir noch eine Kurve aus den Werten aller 3 Wochen. Auch hier zeigte sich für 17 Uhr ein deutliches Maximum, während ein zweiter "Gipfel" um 11 Uhr auftrat. Aber auch der 13 Uhr-Wert war noch relativ hoch.

Auffallend war an allen Kurven, daß der 24 Uhr-Wert mit Ausnahme des 4. Tages immer über dem Tagesmittel lag, wenn auch nur um etwa 1%. Auch der 6 Uhr-Wert war mit Ausnahme des 2. Tages größer als der Tagesdurchschnitt. Von 6 Uhr an erfolgte in den frühen Morgenstunden wieder ein Abfall der Frequenz bis auf etwa 96 - 98 % und das Tagesmittel wurde meist erst zwischen 11 und 13 Uhr wieder überschritten.

Nach den von uns gefundenen Ergebnissen kann man also noch nicht von einer Tagesperiodik der Pulsfrequenz sprechen. Vergleicht man allerdings die Kurven der Bilder 3 bis 10 mit den von Lange für die 6. bis 18. Lebenswoche ermittelten Kurven (beginnende Tagesperiodik), so fällt auf, daß der 17 Uhr-"Gipfel" auch dort als wesentliches Moment auftrat. Dieser "Gipfel" war bei unseren Kindern immer - mehr oder weniger deutlich - sichtbar.

Genau genommen dürfte man allerdings nicht von einem "Gipfel" sprechen, da sich keine Signifikanz gegenüber den anderen Werten ergab.

Trotzdem ist vielleicht der Schluß erlaubt, daß die ersten Andeutungen einer Tagesperiodik schon in den ersten Lebenswochen zu finden sind.

Tabelle 8

- 39 a -

Tagesmittelwerte der Pulsfrequenz
(Kinder nach Gewichtsgruppen geordnet)

Lfd. Nr. des Kindes:	Tag:		AM aus allen Tgn.					Anzahl d. Mess.
	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	
25	124,6	112,8	125,3	134,6	137,7	135,3	-	
20	111,1	121,4	121,4	122,1	130,5	130,8	-	
17	114,6	117,5	119,5	117,3	120,6	131,5	128,6	
30	114,8	116,0	122,6	122,5	126,7	129,6	-	
Gruppe	111,8	115,7	122,8	126,2	126,2	128,9	125,8	
3	91,5	105,8	104,9	106,0	112,1	115,6	114,1	
Gewicht	113,9	113,8	-	-	-	-	-	
über	112,1	111,9	124,4	124,8	-	-	-	
3500 g	97,0	96,9	101,6	106,6	-	-	-	
	108,2	110,7	111,9	-	-	-	-	
5	109,1	110,0	118,1	117,8	121,3	126,7	127,8	
4	115,7	105,3	107,4	110,8	116,7	115,1	126,4	
AM	108,9	110,2	114,4	116,0	119,1	124,1	124,6	610

DIE ABHÄNGIGKEIT DER PULSFREQUENZ VOM GEBURTSGEWICHT

Wie schon früher erwähnt, zeigten die Kinder individuell sehr verschiedene Pulswerte. Um festzustellen, ob dabei das Geburtsgewicht eine Rolle spielt, teilten wir die Kinder in drei Gewichtsgruppen ein:

Gruppe 1: Gewicht bis 3000 g,

Gruppe 2: Gewicht von 3000 bis 3500 g und

Gruppe 3: mit einem Gewicht über 3500 g.

Wie Tabelle 1 zeigt, sind Geburtsgewicht und Körperlänge einander weitgehend proportional.

In Tabelle 8 sind die Tagesmittelwerte der Kinder, geordnet nach Gewichtsgruppen, für den 2. bis 8. Lebenstag zusammengestellt. Am Ende jeder Gruppe wurden die arithmetischen Mittel aus den Werten aller Kinder der jeweiligen Gruppe für jeden einzelnen Tag und in der letzten Spalte das AM aus den Werten sämtlicher Lebenstage aller Kinder für jede Gruppe aufgezeichnet. Der erste Lebenstag wurde nicht berücksichtigt, da je nach der Tageszeit der Geburt eine sehr unterschiedliche Anzahl von Einzelmessungen zu erwarten war.

Schon ein grober Überblick machte sichtbar, daß bei den leichteren Kindern höhere Frequenzen auftraten. Sehr deutlich ging dieser Unterschied aus den arithmetischen Mitteln aller Tage hervor. Die Gruppe 1, also die leichtesten Kinder, zeigte die höchste Frequenz, die Gruppe 3 dagegen, also die schwersten Kinder, die tiefste. Dieser Unterschied betrug 8,5 Schläge/min. Die Gruppe 2 lag mit ihrer Frequenz beinahe genau in der Mitte.

Nicht so deutlich ging diese Gesetzmäßigkeit aus den Mittelwerten jedes Kindes an den einzelnen Lebenstagen hervor. In Tabelle 9 wurden die Minima und Maxima jeder Gruppe für die einzelnen Lebenstage zusammengestellt. In der Tabelle sind die höchsten Werte der 3 Maxima sowie die tiefsten Werte der 3 Minima unterstrichen.

Tabelle 9

Lebenstag:		1. Gr. f/min	Nr. d. Kindes	2. Gr. f/min	Nr. d. Kindes	Gr. 3 f/min	Nr. d. Kindes
2.	Min.	111,1	20	105,0	18	<u>91,5</u>	27
	Max.	<u>130,2</u>	32	120,4	46	123,4	21
3.	Min.	112,8	25	99,4	9	<u>96,9</u>	37
	Max.	<u>137,4</u>	32	126,6	2	123,8	21
4.	Min.	113,9	11	104,5	9	<u>101,6</u>	37
	Max.	<u>133,1</u>	40	128,2	39	130,8	21
5.	Min.	109,9	6	<u>105,5</u>	3	106,0	27
	Max.	<u>134,6</u>	25	128,2	2	126,2	19
6.	Min.	108,3	6	<u>107,3</u>	15	112,1	27
	Max.	<u>137,7</u>	25	128,2	28	126,2	19
7.	Min.	<u>114,0</u>	6	115,0	9	115,1	4
	Max.	<u>144,3</u>	16	129,5	13	130,3	21
8.	Min.	<u>111,3</u>	6	114,5	3	114,1	27
	Max.	<u>140,2</u>	16	136,0	22	131,4	21

Das Maximum der Frequenz war also an allen Lebenstagen bei Gruppe 1 zu finden. Das Minimum war dreimal bei Gruppe 3 und je zweimal bei Gruppe 2 und 1.

An fast allen Tagen waren die aus den Tagesmitteln aller Kinder für jeden Tag ermittelten Durchschnittsfrequenzen der ersten Gruppe höher als die der zweiten und diese wieder höher als die der dritten Gruppe. Am 4. Tag

betrug der Unterschied zwischen Gruppe 1 und 2 allerdings nur 0,1/min. Am 7. Tag lag die Frequenz von Gruppe 3 um 0,1/min. über der von Gruppe 2 und am 8. Tag war das AM von Gruppe 1 um 1,0/min. kleiner als das von Gruppe 2. Daß an den beiden letzten Tagen die Unterschiede nicht mehr so deutlich sichtbar wurden, dürfte auf die geringere Anzahl der untersuchten Kinder zurückzuführen sein.

Zusammenfassend ließe sich also sagen, daß leichtere und damit auch kleinere Kinder durchschnittlich höhere Frequenzen aufwiesen als schwerere und größere.

Besprechung der Ergebnisse

Die Besprechung der im Vorstehenden mitgeteilten Ergebnisse über die Pulsfrequenz des Kindes während und nach der Geburt soll sich in erster Linie mit den in der Literatur niedergelegten Befunden auseinandersetzen.

Es ist auffällig, daß in der gesamten Literatur, die uns über die Pulsfrequenz des Foeten während der Geburt bekannt wurde, nirgends eine Untersuchung des Gesamtverlaufes der Frequenz zu finden war. In allen Fällen wurde die Herzfrequenz nur im Hinblick auf jede einzelne Wehe bzw. Wehenpause untersucht. Lediglich bei Martius findet sich die Bemerkung, daß die foetale Bradycardie, wie sie während der Wehe besteht, sich im Verlaufe der Geburt immer stärker ausprägt.

Uns ging es nun darum, die Frequenz der einzelnen Geburtsabschnitte miteinander zu vergleichen und wir fanden dabei das interessante Ergebnis, daß die Herzfrequenz im Durchschnitt in der Eröffnungsperiode höher lag als in der Austreibungsperiode. Man kann wohl dieses Absinken der Frequenz auf dieselben Ursachen zurückführen, welche die verschiedenen Autoren für die Bradycardie während jeder einzelnen Wehe verantwortlich machen. Doch sind alle diese Gründe noch vielfach Hypothese und recht vage Annahmen. Da wir uns bei unseren Untersuchungen im wesentlichen nur auf die Messung der Frequenz beschränkten, sind wir nicht in der Lage, neue Hypothesen aufzustellen oder uns für eine schon bestehende zu entscheiden. Denn eine Betrachtung der Ursachen würde eine ganze Reihe anderer Messungen und Untersuchungsverfahren erfordern, die aber über den Rahmen unseres Themas hinausgegangen wären. So soll hier allein der Befund des Absinkens der Frequenz notiert werden, der unseres Wissens bisher noch unbekannt war.

Sofort nach der Geburt fanden wir einen noch stärkeren Abfall der Frequenz. Diese Feststellung findet man auch in der Literatur bei John und Schick, Lediberder und Smith. Doch konnten wir keinen so starken Abfall beobachten, wie die beiden letztgenannten Autoren - wohl in einzelnen Fällen, nicht aber im Durchschnitt. Vielmehr können wir mit Feldmann übereinstimmen, der im allgemeinen einen starken Abfall der Frequenz unmittelbar nach der Geburt angibt, aber auch Fälle fand, wo derselbe ausbleibt.

Außerdem beobachteten wir eine Pulsdifferenz zwischen der Zeit kurz vor dem Abnabeln und nachher, wobei die Frequenzen vorher bedeutend niedriger

lagen. In Übereinstimmung dazu stehen die Angaben von Lediberder, der für die erste Minute nach der Geburt sehr tiefe Werte (83,3/min.) und 3 bis 4 Minuten später sehr hohe (160/min.) vermerkte. Smith gab ebenfalls unmittelbar vor dem Abnabeln sehr niedrige Frequenzen (83/min.) und einige Minuten später sehr hohe (150 - 250/min.) an. Wir konnten allerdings nur in ganz vereinzelt Fällen solch große Differenzen finden; im Durchschnitt war der Unterschied zwischen den Frequenzen beider Zeiten geringer.

Auch für diese starke Frequenzänderung konnte bisher noch keine ausreichende Erklärung gefunden werden. Man könnte annehmen, daß das Abnabeln selbst als Ursache in Frage käme. In verschiedenen Fällen aber war auch schon vor demselben die Frequenz hoch und in manchen Fällen auch noch nachher niedrig. Um die Frage nach der Ursache zu entscheiden, müßten die Messungen sehr exakt auf dieses Problem hin konzentriert werden. In dieser Beziehung ließen unsere Untersuchungen keine absolut sicheren Schlüsse zu.

Über die Pulsfrequenz am ersten Lebenstag bestehen in der Literatur sehr unterschiedliche Meinungen. Wir konnten weder mit denjenigen Autoren übereinstimmen, die Frequenzen um 120/min. (Jacquemier, Gorham, John und Schick, Nadrai) angeben, noch mit denjenigen, die gar Frequenzen von 140/min. (z.B. Pfaunder) für richtig halten. Es ist nach unseren Untersuchungen überhaupt nur wenig sinnvoll, für den ersten Lebenstag eine Durchschnittsfrequenz anzugeben, weil an diesem ersten Tag sich die Frequenz stark ändert: in den ersten 16 Stunden erfolgt ein Abfall der Frequenz und daraufhin wieder ein Anstieg.

Unsere Ergebnisse stimmen in dieser Hinsicht überein mit den Angaben von Lesné-Binet, Budin und Chaignot. Doch machen diese Autoren keine definitiven Zeitangaben, sondern meinen, daß das Absinken der Pulsfrequenz an keine Regel gebunden sei. Im Gegensatz dazu konnten wir durch die statistische Auswertung unserer Ergebnisse signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Zeitabschnitten errechnen, woraus sich mit gewisser Berechtigung einige Anhaltspunkte für den zeitlichen Verlauf der Frequenz gewinnen lassen. Doch ist es sicherlich so, daß das eine Kind sein Minimum früher, das andere später erreicht, was ja auch die Einzelwerte der von uns untersuchten Kinder deutlich zeigen. Bei der Mehrzahl der Kinder jedoch hatte die Frequenz in den ersten 16 Stunden nach der Geburt das Minimum erreicht.

Mit dieser Pulsverlangsamung geht ein Abfall der Temperatur um 3 bis 4 Grad parallel. Auch die Temperatur steigt am 2. Lebenstag wieder an. Nun ist es aber sicherlich nicht so, daß der Temperaturrückgang den Pulsabfall auslöst, sondern beide Änderungen dürften dieselbe Ursache haben.

Durch unsere Ergebnisse konnten wir die Ansicht von Schoenbecks widerlegen, der bei den von ihm untersuchten Kindern am ersten Tag kein typisches Verhalten der Pulsfrequenz finden konnte. Die Kurven dieses Tages unterschieden sich bei ihm nicht von denen der folgenden Tage. Da Schoenbeck zu seinen Untersuchungen die Kinder immer teilweise entkleidete, könnte man annehmen, daß dadurch eine Änderung der Frequenz hervorgerufen wurde, die das charakteristische Bild verdeckte.

Der von uns gefundene Anstieg der Pulsfrequenz im Laufe der ersten Lebenswoche deckt sich im wesentlichen mit den Befunden von Nadrai, Hecht, Vianello, Lange und anderen, nach denen in den ersten Lebenstagen auffallend niedrige Pulswerte im Vergleich zum späteren Säuglingsalter die Regel sind. So dürften auch die Angaben von Kirchhoff widerlegt sein, der einen fortlaufenden Abfall der Pulswerte vom ersten Lebenstag an beschrieb.

Durch die große Zahl unserer Einzeluntersuchungen konnten wir den Anstieg der Pulsfrequenz weitgehend durch Signifikanzprüfungen sichern. Unsere Untersuchungen zeigten insbesondere, daß die Zunahme der Frequenz **ganz** allmählich von Tag zu Tag erfolgte.

Übereinstimmend mit Nadrai und Lange konnten wir das Ansteigen der Herzfrequenz über die erste Woche hinaus beobachten. Nach Nadrai ist bis zum 21. Tag, nach Lange bis zur 6. Woche dieser Anstieg zu erwarten. Unser ältestes Kind war 18 Tage alt. Bis dahin war die Frequenz angestiegen.

Einen Tagesrhythmus der Pulsfrequenz konnten wir bei unseren Neugeborenen noch nicht beobachten. Das würde übereinstimmen mit der Angabe von Lange, erst in der 6. Woche lasse sich eine Tagesperiodik erkennen. Doch war bei den von uns untersuchten Kindern der 17 Uhr- "Gipfel" der Tageskurven auffallend, der auch bei den Kindern mit schon entwickelter Tagesperiodik zu finden ist. Es liegt also nahe, anzunehmen, daß die allerersten Anfänge der Periodik sich schon in den ersten Lebenswochen zeigen und dies wiederum würde für die endogene Komponente der Tagesperiodik sprechen.

In der Literatur finden sich vereinzelt Angaben, daß die Größe der Kinder oder auch das Geschlecht die Pulsfrequenz beeinflusse. Wir konnten eindeutig feststellen, daß die leichteren Kinder eine höhere Frequenz hatten als die schwereren. Nun ist es eine alte Erkenntnis, daß größere Lebewesen eine niedrigere Pulsfrequenz aufweisen als kleinere. Doch bleibt es erstaunlich, daß dies schon bei den Neugeborenen zu beobachten ist, bei denen doch die Gewichtsunterschiede nur gering sind.

Zum Schluß bleibt noch die Frage zu diskutieren, wodurch der Abfall der Pulsfrequenz unter der Geburt bedingt ist. Wie wir bereits bei der Zusammenfassung der geburtshilflichen Literatur anführten, werden von seiten der Geburtshilfe dafür vor allem der erhöhte intracranielle Druck und die vermehrte Venosität des Blutes verantwortlich gemacht. Nach neueren Untersuchungen dürfte hierfür in erster Linie aber das Geburtseignis als "Stress" eine maßgebliche Rolle spielen.

So sprach Schäfer vom "Geburtsschock", der unter dem Bilde des protoplasmatischen Kollapses im Sinne Eppingers verlaufen soll. Zu diesem Ereignis kam er durch Beobachtungen des Serumeisenspiegels, der ganz rapide nur vorübergehend am ersten Lebenstag abfällt. Aus Experimenten ergab sich, daß der gleiche Abfall nach den verschiedensten cerebralerregenden Eingriffen und nach Schocks jedweder Art, ebenso wie nach Histamininjektionen auftrat. Nach Pettay ist im Nabelschnurplasma der Histamingehalt um das zwei- bis dreifache höher als im normalen Erwachsenenplasma. Außerdem kommt es nach Schäfer im Rahmen des protoplasmatischen Kollapses auch zu Veränderungen der Blutzusammensetzung: so steigt für einige Tage die Hämoglobin- und Erythrozytenkonzentration. Der Gesamteiweißgehalt des Serums steigt jedoch nicht, sondern das Plasma verläßt mit seinem Protein die Blutbahn. Eine postnatale Steigerung der Gefäßpermeabilität gibt hierfür den Anlaß.

Für die Verlangsamung der Pulsfrequenz kann jedoch der akute Geburtsschock nicht allein ausschlaggebend sein, sonst würde sich die Pulsfrequenz unmittelbar nach der Geburt wieder erholen. Da die relativ hohen intrauterinen Pulswerte erst 6 Wochen nach der Geburt wieder erreicht werden, ist zu überlegen, welche physiologischen Funktionen in diesem Zeitraum sich verändern. Dabei werden wir hingewiesen auf Arbeiten, die sich mit der Abhängigkeit der Pulsfrequenz von der Menge des Gesamthämoglobins

beschäftigt haben. So konnten Kjellberg, Ruhde und Sjöstrand feststellen, daß die Ruhepulsfrequenz bei Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern um so niedriger gefunden wurde, je größer die Gesamtmenge des Hämoglobins war. Da eine der wesentlichsten Funktionen von Blut und Kreislauf darin besteht, eine genügende Sauerstoffversorgung der peripheren Gewebe zu gewährleisten, wird es verständlich, daß eine enge Koppelung zwischen der Pulsfrequenz und der die O_2 -Transportleistung des Blutes bestimmenden Hämoglobinmenge besteht. Wie Hypoxieversuche von Stegemann sowie Mannheimer gezeigt haben, dürfte darum das O_2 -Bindungsvermögen des Blutes als wichtigste Führungsgröße im Sinne der Regeltechnik für die Regelung der Pulsfrequenz in Ruhe zu bezeichnen sein. Nun ist das O_2 -Bindungsvermögen einer bestimmten Blutmenge bei einem gegebenen O_2 -Partialdruck allein abhängig vom Hämoglobingehalt, welcher in den ersten Lebenswochen charakteristischen Änderungen unterliegt. Bekanntlich beträgt die Sauerstoffsättigung des arterialisierten Nabelschnurblutes nur etwa 20 % gegenüber 95 bis 100 % im Arterienblut späterer Lebensabschnitte (Haselhorst und Stromberger). Als kompensatorische Erscheinung für diese Hypoxämie sind u. a. die relativ hohen Hämoglobinwerte in der Foetalzeit anzusehen. Außerdem ist das foetale Hämoglobin anders strukturiert. Es vermag den Sauerstoff auch noch bei niedrigeren Partialdrücken der Arteria epigastrica zu binden und etwa zu 75 % auszunutzen (Opitz und Weicker). Die hohe Sauerstoffsättigung des Blutes nach der Geburt macht diese Kompensationsmechanismen überflüssig (Willi). So findet im Laufe der ersten Wochen nach der Geburt ein Ersatz der foetalen Erythrozyten statt, welcher nach Künzer etwa bis zur 8. Woche abgeschlossen ist. Die Hämoglobinwerte sind nach der Geburt und bis zum 5. Lebenstag (Oettinger und Mills) besonders hoch, fallen dann bis zum Ende der 2. (Börner) oder 3. Woche (Oettinger und Mills) sehr rasch ab und vermindern sich von da ab nur langsam bis zum Ende des ersten Lebensjahres (Kato und Emery).

Vergleicht man das Verhalten der Pulsfrequenz mit dieser Entwicklung der Hämoglobinwerte, so zeigt sich, daß der Anstieg der mittleren Tagespulsfrequenz in unseren Untersuchungen sowie in den Beobachtungen von Lange ebenfalls am Ende der dritten Lebenswoche weitgehend abgeschlossen war. Da Lange den weiteren Anstieg der Pulsfrequenz zwischen der 3. und 6. Lebenswoche nicht mehr in der mittleren Pulsfrequenz der einzelnen 24-Stunden-Perioden, sondern nur noch an den Tagesabschnitten feststellen konnte, möchten wir annehmen, daß nach der 3. Lebenswoche noch andere Faktoren

einen bestimmenden Einfluß auf das Verhalten der Pulsfrequenz gewinnen. Hier dürfte vor allem die zunehmende Aktivität während der Tagesstunden zu nennen sein, die nach den Untersuchungen von Kleitman und Engelman in diesem Alter nach und nach ausgeprägt wird. Als Führungsgröße für die Regelung der Pulsfrequenz dürfte darum in diesem Lebensalter neben dem Sauerstoffbindungsvermögen des Blutes die körperliche Aktivität wirksam sein, wobei beide Größen nach Untersuchungen von Stegemann additiv wirksam werden.

Der nach der 6. Lebenswoche einsetzende Abfall der Pulsfrequenz ist mit der Ökonomisierung des Kreislaufes, insbesondere mit der Vergrößerung des Schlagvolumens, eng gekoppelt. Nach Hansen besteht eine enge Korrelation zwischen dem Minutenvolumen des Herzens und der Sauerstoffaufnahme. Da bei einer bestimmten körperlichen Leistung unabhängig vom Lebensalter aber die gleiche Sauerstoffmenge aufgenommen wird (Morse, Schlutz und Cassels), kann ein konstantes Minutenvolumen des Herzens und damit eine genügende Sauerstoffversorgung der Gewebe bei jüngeren Individuen wegen ihres geringeren Schlagvolumens nur durch eine Steigerung der Pulsfrequenz erreicht werden.

Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit über die Pulsfrequenz des Kindes während und nach der Geburt vermittelt zunächst einen Überblick über die wesentliche Literatur zu diesem Thema.

Der Hauptteil befaßt sich ausführlich mit der Beschreibung der Ergebnisse eigener Untersuchungen. An insgesamt 58 Kindern wurden 5362 Einzelmessungen der Pulsfrequenz während und nach der Geburt durchgeführt. Die Messungen erfolgten durch Auskultation des Herzens mit dem Holz- und Schlauchstethoskop. Sie erstreckten sich auf Kinder während der Geburt und den ersten drei Lebenswochen.

Hierbei wurde festgestellt, daß die mittlere Pulsfrequenz in der Austreibungsperiode tiefer lag als in der Eröffnungsperiode. Unmittelbar nach der Geburt fiel die Herzfrequenz noch stärker ab, war aber nach dem Abnabeln wieder bedeutend höher.

Am ersten Lebenstag war ein Abfall der Frequenz und ein erneuter Anstieg sichtbar. Die Mehrzahl der Kinder hatte bis zur 16. Stunde das Minimum der Frequenz erreicht.

In den ersten Lebenswochen stieg die Pulsfrequenz weiterhin an. Besonders eindrucksvoll war dieser Anstieg in der ersten Woche.

Eine Tagesperiodik der Herzfrequenz konnten wir noch nicht beobachten. Auffällig war jedoch ein "Gipfel" um 17 Uhr, der als erstes Anzeichen der Periodik gedeutet werden könnte.

Ein Vergleich von Geburtsgewicht und Pulsfrequenz ergab, daß die leichteren Kinder eine höhere Frequenz hatten als die schwereren.

LITERATURVERZEICHNIS

- Baginsky A. Lehrbuch der Kinderkrankheiten .
Berlin, Fr. Wreden 1896
- Balard P. La Tension Artérielle et l'oscillométrie chez
le Nouveau-né.
Compt. rend. Soc. de Biol. 13, 483 (1912)
- Benedict F. G. und The Physiology of the Newborn Infant; Character
Talbot F. B. and Amount of the Catabolism.
Washington, Carnegie Inst. 1915 Tub. No. 233
- Bernstein P. und Clinical Evaluation of Fetal Electrocardiography,
Mann H. Study of 100 Cases by New Technique and an
Improved Instrument.
Am. J. Obst. & Gynec. 43, 21 (1942)
- Börner R. Das Blut des Menschen mit neueren Methoden
untersucht.
Pflügers Archiv 220, 716 (1928)
- Brock J. Biologische Daten für den Kinderarzt.
Berlin, Springer 1954
- Budin zitiert nach v. Schoenbeck
- Cazeaux P. Traité des accouchements, III éd 1850, S. 149
zitiert nach Seitz
- Chaignot zitiert nach v. Schoenbeck
- Dauzats Recherches sur la fréquence des battements du
coeur du foetus.
Arch. d. Tocol. 1880, Bd. 7 (12-28 und 112-153)
zitiert nach Seitz
- Depaul Traité théor. et pract. d'auscultation obstétricale
1847
zitiert nach Seitz

- Eschbach W. Die physiologische, intrauterine, kindliche Herzfrequenz.
Zschr. f. Gyn. 140, 21 (1953)
- Feldmann W. M. The Principles of Ante-Natal and Post-Natal Child Physiology, Pure and Applied.
London, Longmans Green & Company 1920
- Frankenhäuser F. Über die Herztöne der Frucht und ihre Benutzung zur Diagnose des Lebens, der Stellung, der Lage und des Geschlechts derselben.
Mschr. f. Geburtsk. u. Frauenkr. 14, 171 (1859)
- Frankenhäuser F. Über Nabelschnurgeräusche, Nabelschnurdruck und Hirndruck.
Mschr. f. Geburtsk. u. Frauenkr. 15, 354 (1860)
- Gerhardt C. Handbuch der Kinderkrankheiten.
Tübingen, Laupp 1877
- Gundobin N. P. Die Besonderheiten des Kindesalters.
Deutsche Ausgabe von Rubinstein.
Berlin, Allgem. med. Verlagsanstalt 1912
- Guy zitiert nach Katzenberger
- Hansen E. Atmung und Kreislauf bei körperlicher Arbeit,
in A. Bethe und Bergmann G. v.,
Handbuch der norm. u. path. Physiologie, Bd. XV, 2;
835 (1931)
- Haselhorst G. und Stromberger K. Über den Gasgehalt des Nabelschnurblutes vor und nach der Geburt des Kindes und über den Gasaustausch in der Placenta.
Zschr. f. Geburtsh. u. Gyn. 98, 49 (1930)
- Hecht A. F. Der Mechanismus der Herzaktion im Kindesalter.
Erg. inn. Med. u. Kinderhk. 11, 324 (1913)
- Hoerning W. Über den Einfluß der Wehen auf die Herztätigkeit der Mutter und Frucht.
Diss. Zürich 1876
zitiert nach Seitz

- Hohl A. F. Die geburtshilfliche Exploration.
I. Teil: Das Hören.
Halle, Verlag d. Buchh. d. Waisenhauses 1833
- Hüter V. Über den Foetalpuls.
Mschr. f. Geburtsk. u. Frauenkr., Supplem. Heft,
Bd. 18 (1862)
- John J. und Schick B. Über die Pulszahlen des Foetus, des Säuglings-
und Kindesalters.
Zschr. f. Kinderhk. 38, 216 (1924)
- Kato K. und Emery O. P. Fol. hämat. (Lpz.) 49, 106 (1933).
zitiert nach Brock
- Katzenberger A. Puls und Blutdruck bei gesunden Kindern.
Zschr. f. Kinderhk. 9, 167 (1913)
- Kehrer F. A. Beiträge zur klinischen und experimentellen
Geburtskunde und Gynäkologie, Bd. II.
Gießen, Emil Roth 1892
- Kirchhoff W. Über den kindlichen Kreislauf.
Erg. inn. Med. 5, 156 (1954)
- Kiwisch F. A. Die Geburtskunde, Bd. I.
Erlangen, F. Enke 1851
- Kjellberg S. R., Ruhde U. und Sjöstrand T. The Amount of Hemoglobin and the Blood Volume
in Relation to the Puls Rate and Cardiac Volume
During Rest.
Acta phys. scand. 19, 136 (1949)
- Kleitman N. und Engelmann Th. Sleep Characteristics of Infants.
J. appl. Physiol. 6, 269 (1953)
- Künzer W. Über den Blutfarbstoffwechsel gesunder Säuglinge
und Kinder.
Biblioth. Paediatr., Fasc. 51
Basel - New York, S. Karger 1951
- Lange J. Über die Entwicklung einer Tagesperiodik ver-
schiedener Körperfunktionen unter besonderer
Berücksichtigung der Pulsfrequenz, der Schlaf-
Wachverteilung und der Körpertemperatur.
Diss. München 1957

- Lesné-Binet zitiert nach Nadrai
- Mannheimer E. The Hypoxia Tolerance of the Heart in Children.
J. Pediatrics 29, 329 (1946)
- Martius H. Lehrbuch der Geburtshilfe.
Stuttgart, Thieme 1956
- Morse M. ,
Schlutz F. und
Cassels D. Relation of Age to Physiological Responses of the
Older Boys (10-17 Years) to Exercise.
J. appl. Physiol. 1, 683 (1949)
- Nadrai A. Die Elektrokardiographie im Säuglingsalter.
Zschr. f. Kinderhk. 60, 284 (1939)
- Nägele H. Fr. Die Geburtshilfliche Auskultation.
Mainz 1838.
zitiert nach Seitz
- Naunyn B. und
Schreiber J. Über Gehirndruck.
Arch. f. experim. Path. u. Pharm. 14, 1 (1881)
- Oettinger L. jr. und
Mills W. B. Simultaneous Capillary and Veneous Hemoglobin
Determinations in the Newborn Infant.
J. Pediatrics 35, 362 (1949)
- Opitz H. und
Weicker H. Die Krankheiten des Blutes und der Blutbildungs-
stätten.
In Opitz, H. und de Rudder B., Paediatric.
Berlin, Springer 1957
- Pettay Acta paediatr. (Stockh.) 39, 283 (1950)
zitiert nach Schäfer
- Pütz Th. und
Ullrich O. Ergebnisse fetaler Herztonkurvenstudien mittels
Zeitlupenaufnahmen und praenataler Elektro-
cardiographie.
Zbl. f. Gyn. 66, 705 (1942)
- Ringel J. Electrocardiogram of Infants with Unipolar
Chest Leads.
Ceskoslov. Pediatr. 10, 352 (1955)

- Ritgen F. A. v. Zur Lehre von Schwangerschaft und Geburt.
2. Abt. 1824
zitiert nach Seitz
- Schäfer K. H. Die Geburt als Eingriff auf den kindlichen Organismus.
Mschr. f. Kinderhk. 101, 158 (1953)
- Schoenbeck P. v. Die Pulsfrequenz der Neugeborenen in der ersten
Lebenswoche.
Diss. Würzburg 1894
- Schultze B. S. Zur Kenntnis von der Einwirkung des Geburtsaktes
auf die Frucht, namentlich in Bezug auf Entstehung
von Asphyxie und Apnoe des Neugeborenen.
Virchows Arch. 37, 1 (1866)
- Schultze B. S. Der Scheintod Neugeborener.
Sammlung klin. Vorträge 741/42,
Leipzig, J. A. Barth 1918
- Schwartz H. Die vorzeitigen Atembewegungen.
Leipzig, Breitkopf u. Härtel 1858
- Seitz C. Kurzgefaßtes Lehrbuch der Kinderheilkunde.
Berlin, S. Karger 1910
- Seitz L. Die foetalen Herztöne während der Geburt.
München, E. Mühlthaler 1903
- Smith C. A. The Physiology of the Newborn Infant.
Springfield, Ch. C. Thomas 1946
- Stegemann J. und Die additive Wirkung der Führungsgrößen Hypoxämie
Maggio M. und Muskelleistung auf die Regelung des Kreis-
laufes.
Pflügers Arch. 265, 541 (1958)
- Stoeckel W. Lehrbuch der Geburtshilfe.
Jena, Fischer 1951
- Stolte K. Die Erkrankungen des Herzens, der Blut- und
Lymphgefäße, in Pfaundler M. v. und
Schlossmann A. Handbuch der Kinderkrank-
heiten.
Berlin, Vogel 1931

- Stolz Dict. d'études méd. pract. Bd. II (1838)
zitiert nach Seitz
- Tigerstedt R. Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
Leipzig, Hirzel 1911
- Trousseau zitiert nach Katzenberger
- Vianello A. Contributo allo studio dell' elettocardiogramma
del neonato.
Lattante 27, 14 (1956)
- Vierordt H. Anatomische, physiologische und physikalische
Daten und Tabellen.
Jena, Fischer 1888
- Willi H. Die Neugeborenenperiode, in Opitz H. und
de Rudder B., Paediatric.
Berlin, Springer 1957
- Ziegenspeck R. Welche Veränderungen erfährt die foetale Herz-
tätigkeit regelmäßig durch die Geburt.
Preisschr. und Diss. Jena 1882
zitiert nach Seitz
- Zitka M. und The ECG of Newborn Infants during Changeover
Tapez L. from Foetal to Neonatal Circulation.
Ceskoslov. Pediatr. 10, 750 (1955)

Nachwort

Vorliegende Arbeit ist das Werk gemeinsamer Bemühungen.

Herrn Privatdozenten Dr. med. Th. Hellbrügge bin ich für die Überlassung des Themas und für viele wertvolle Anregungen zu besonderem Dank verpflichtet. Seine Unterstützung bei den Untersuchungen und sein unermüdlicher Rat waren zur Vervollkommenung dieser Arbeit unerlässlich, und dafür zu danken ist mir ein besonderes Anliegen.

Herrn Dr. med. Dr. phil. Rutenfranz von der psychologischen Abteilung des Max-Planck-Institutes für Arbeitsphysiologie in Dortmund (Leiter: Prof. Dr. med. O. Graf) verdanke ich den größten Teil der statistischen Auswertung meines Beobachtungsmaterials.

Dem Direktor der I. Universitäts-Frauenklinik München, Herrn Professor Dr. Bickenbach danke ich für sein verständnisvolles Entgegenkommen. Für die sehr freundliche Unterstützung von Herrn Privatdozenten Dr. med. G. Martius und Dr. med. Zimmer bei unseren Untersuchungen möchte ich ganz besonderen Dank sagen. Aber auch allen anderen Ärzten der geburtshilflichen Abteilung bin ich für ihr Entgegenkommen zu Dank verpflichtet.

Außerdem gilt mein Dank Schwester Isabella von der Kinderstation und allen Hebammen und Schwestern der geburtshilflichen Abteilung.

Zum Schluß möchte ich dem Direktor der Universitäts-Kinderpoliklinik in München, Herrn Professor Dr. med. Weber, für die Übernahme des Correferates dieser Arbeit danken.

Lebenslauf

Ich, Gertrud Biersack, wurde am 27. Januar 1934 als zweite Tochter des Kartographen Johann Ferdinand Biersack und seiner Ehefrau Serotina Biersack, geborene Lutter, in Hannover geboren.

Ich besuchte von 1941 bis 1944 die Volksschule in München-Feldmoching, von 1944 bis März 1945 die Oberschule in Freising und ab November 1945 die Oberschule der Englischen Fräulein in Nymphenburg. Dort legte ich im Juni 1952 die Reifeprüfung ab.

Im Mai 1953 begann ich an der Universität München mit dem Medizinstudium und bestand hier im Sommer 1955 die Ärztliche Vorprüfung. Nach einem medizinischen Semester in Wien kehrte ich wieder nach München zurück, um hier die restlichen Semester zu studieren.

Ich beabsichtige, im Herbst 1958 in München das Medizinische Staatsexamen abzulegen.

